ACTA

SOCIETATIS SCIENTIARUM

FENNICÆ.

TOMUS XIX.

HELSINGFORSIÆ.
Ex officina typographica Societatis litterariae fennicae.
MDCCCXCIII.

TABLE

DES

ARTICLES CONTENUS DANS CE TOME.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XIX. № 1.

SUR L'INTÉGRATION

DE

L'ÉQUATION DIFFÉRENTIELLE DE KUMMER

PAR

ERNST LINDELÖF.

L'équation dont il s'agit, est la suivante:

$$(A)\qquad \frac{d^2y}{dx^2}+\frac{\gamma-(\alpha+\beta+1)x}{x(1-x)}\cdot\frac{dy}{dx}-\frac{\alpha\,.\,\beta}{x(1-x)}\cdot y=0.$$

M. Kummer a démontré que cette équation admet en général, pourvu qu'aucune des quantités $1-\gamma\,,\gamma-\alpha-\beta$ et $\beta-\alpha$ ne soit un nombre entier, vingt-quatre intégrales particulières de la forme $x^p\,.\,(1-x)^q\,F(\alpha',\beta',\gamma',z)$, où z est l'une des fonctions

$$x,\ 1-x,\ \frac{1}{x},\ \frac{1}{1-x},\ \frac{x}{x-1},\ \frac{x-1}{x},$$

$F(\alpha',\beta',\gamma',z)$ désignant la série hypergéometrique de Gauss

$$1+\frac{\alpha'\beta'}{1\,.\,\gamma'}z+\frac{\alpha'(\alpha'+1)\beta'(\beta'+1)}{1\,.\,2\,\gamma'(\gamma'+1)}z^2+\ldots\ldots$$
$$+\frac{\alpha'(\alpha'+1)\ldots(\alpha'+n-1)\beta'(\beta'+1)\ldots(\beta'+n-1)}{1\,.\,2\,.\,3\ldots n\,.\,\gamma'(\gamma'+1)\ldots(\gamma'+n-1)}z^n+\ldots\ldots$$

On peut établir ces intégrales de plusieurs manières différentes. La méthode la plus simple paraît être celle de MM. Tannery [1]) et Jordan [2]), méthode qui est fondée sur la théorie générale des équations linéaires homogènes, créée par M. Fuchs.

Si parmi les quantités $1-\gamma\,,\gamma-\alpha-\beta\,,\beta-\alpha$ il se trouve des nombres entiers, cette méthode n'est plus applicable. On peut alors, comme l'ont fait Gauss [3]) et plus tard MM. Tannery [1]) et Goursat [4]), obtenir les intégrales et

[1]) Annales scientifiques de l'École Normale, 2e série, t. IV.
[2]) Cours d'analyse, t. III.
[3]) Oeuvres complètes, tom. III.
[4]) Sur l'équation différentielle linéaire qui admet pour intégrale la série hypergéometrique. Paris, 1881.

les relations entre celles-ci, en les déduisant des formules générales au moyen d'une méthode à limites. Mais il n'est pas sans intérêt de traiter ce cas directement sans avoir recours aux formules dont il s'agit. C'est ce que je me suis proposé de faire dans la présente étude.

1.

Nous commençons par rappeler la méthode de MM. Tannery et Jordan, ce qui nous fournira occasion de faire quelques observations en vue de simplifier leur procédé.

De la théorie générale de M. Fuchs il résulte immédiatement que l'équation proposée a toutes ses intégrales régulières et que celles-ci ne peuvent avoir d'autres points critiques que $0, 1$ et ∞. M. Tannery a démontré, d'un autre côté, que toute équation linéaire homogène du second ordre, dont les intégrales, étant régulières, n'ont que trois points singuliers, peut être ramenée, par des substitutions convenables, à la forme (A). Il démontre en outre que la forme (A) comprend toutes les équations de cette espèce, ayant les points singuliers $0, 1, \infty$ et dont les équations déterminantes relatives aux points 0 et 1 ont chacune une racine égale à zéro. D'après cela on voit sans peine qu'en substituant à x dans l'équation proposée l'une quelconque des variables

(1) $$t, \quad 1-t, \quad \frac{1}{t}, \quad \frac{1}{1-t}, \quad \frac{t}{t-1}, \quad \frac{t-1}{t},$$

ce qui fournit une nouvelle équation différentielle aux points singuliers $0, 1, \infty$, les équations déterminantes relatives aux points correspondants de l'équation proposée et de l'équation transformée auront les mêmes racines. Désignons par $\lambda, \lambda'; \mu, \mu'; \nu, \nu'$ les racines des équations déterminantes aux points $0, 1, \infty$ de l'équation transformée et substituons dans celle-ci à y l'expression

(2) $$t^{\lambda}(1-t)^{\mu} z.$$

L'équation obtenue aura les points singuliers $0, 1, \infty$, et les racines des équations déterminantes relatives à ces points seront

$$0, \lambda'-\lambda; \; 0, \mu'-\mu; \; \nu+\lambda+\mu, \nu'+\lambda+\mu,$$

ce qu'on trouve facilement en comparant entre eux les ordres d'infinité des fonctions y et z aux points singuliers.

D'après ce que nous avons dit plus haut, cette équation aura donc la forme

$$(3) \qquad \frac{d^2z}{dt^2} + \frac{\gamma' - (\alpha' + \beta' + 1)\,t}{t\,(1-t)} \cdot \frac{dz}{dt} - \frac{\alpha'\,\beta'}{t\,(1-t)} \cdot z = 0\,.$$

Quant à la détermination des paramètres α', β', γ', nous observons que les racines des équations déterminantes de cette équation, exprimées en α', β', γ', sont

$$0\,,\,1-\gamma';\quad 0\,,\gamma'-\alpha'-\beta';\quad \alpha'\,,\beta'\,.$$

En égalant ces valeurs à celles trouvées ci-dessus, on obtient

$$\alpha' = \nu + \lambda + \mu\,,\quad \beta' = \nu' + \lambda + \mu\,,\quad \gamma' = \lambda - \lambda' + 1\,.$$

Or, on sait que l'équation (3) admet pour intégrale particulière la série hypergéometrique $F(\alpha', \beta', \gamma', t)$. Il en résulte que l'équation (A) a pour intégrale

$$t^{\lambda}\,(1-t)^{\mu}\,F(\alpha', \beta', \gamma', t)\,,$$

où il reste à remplacer t par sa valeur en x.

Dans l'expression (2) on peut prendre pour λ l'une quelconque des racines λ, λ' et pour μ l'une des racines μ, μ' et l'on obtient ainsi quatre expressions différentes, dont chacune conduit à une intégrale particulière. Ainsi chacune des substitutions (1) nous donne quatre intégrales, de sorte qu'on obtiendra en tout vingt-quatre intégrales particulières de l'équation proposée, qui sont précisément celles de M. Kummer.

Comme nous aurons à faire usage de ces intégrales dans ce qui suit, nous en donnerons ici le tableau complet.

$$y_{01} \left| \begin{array}{l} F(\alpha, \beta, \gamma, x), \\ (1-x)^{\gamma-\alpha-\beta}\,F(\gamma-\alpha, \gamma-\beta, \gamma, x), \\ (1-x)^{-\alpha}\,F\left(\alpha, \gamma-\beta, \gamma, \dfrac{x}{x-1}\right), \\ (1-x)^{-\beta}\,F\left(\beta, \gamma-\alpha, \gamma, \dfrac{x}{x-1}\right), \end{array} \right.$$

$$\varphi_{02}\begin{cases} x^{1-\gamma} F(\alpha-\gamma+1, \beta-\gamma+1, 2-\gamma, x), \\ x^{1-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta} F(1-\alpha, 1-\beta, 2-\gamma, x), \\ x^{1-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-1} F\left(\alpha-\gamma-1, 1-\beta, 2-\gamma, \frac{x}{x-1}\right), \\ x^{1-\gamma}(1-x)^{\gamma-\beta-1} F\left(\beta-\gamma+1, 1-\alpha, 2-\gamma, \frac{x}{x-1}\right), \end{cases}$$

$$\varphi_{11}\begin{cases} F(\alpha, \beta, \alpha+\beta-\gamma+1, 1-x), \\ x^{1-\gamma} F(\alpha-\gamma+1, \beta-\gamma+1\ \alpha+\beta-\gamma+1, 1-x), \\ x^{-\alpha} F\left(\alpha, \alpha-\gamma+1, \alpha+\beta-\gamma+1, \frac{x-1}{x}\right), \\ x^{-\beta} F\left(\beta, \beta-\gamma+1, \alpha+\beta-\gamma+1, \frac{x-1}{x}\right), \end{cases}$$

$$\varphi_{12}\begin{cases} (1-x)^{\gamma-\alpha-\beta} F(\gamma-\alpha, \gamma-\beta, \gamma-\alpha-\beta+1, 1-x), \\ x^{1-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta} F(1-\alpha, 1-\beta, \gamma-\alpha-\beta+1, 1-x), \\ x^{\alpha-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta} F\left(\gamma-\alpha, 1-\alpha, \gamma-\alpha-\beta+1, \frac{x-1}{x}\right), \\ x^{\beta-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta} F\left(\gamma-\beta, 1-\beta, \gamma-\alpha-\beta+1, \frac{x-1}{x}\right), \end{cases}$$

$$\varphi_{\infty 1}\begin{cases} x^{-\alpha} F\left(\alpha, \alpha-\gamma+1, \alpha-\beta+1, \frac{1}{x}\right), \\ x^{\beta-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta} F\left(1-\beta, \gamma-\beta, \alpha-\beta+1, \frac{1}{x}\right), \\ (1-x)^{-\alpha} F\left(\alpha, \gamma-\beta, \alpha-\beta+1, \frac{1}{1-x}\right), \\ x^{1-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-1} F\left(\alpha-\gamma+1, 1-\beta, \alpha-\beta+1, \frac{1}{1-x}\right), \end{cases}$$

$$\varphi_{\infty 2}\begin{cases} x^{-\beta}F\left(\beta, \beta-\gamma+1, \beta-\alpha+1, \frac{1}{x}\right), \\ x^{\alpha-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta}F\left(1-\alpha, \gamma-\alpha, \beta-\alpha+1, \frac{1}{x}\right), \\ (1-x)^{-\beta}F\left(\beta, \gamma-\alpha, \beta-\alpha+1, \frac{1}{1-x}\right), \\ x^{1-\gamma}(1-x)^{\gamma-\beta-1}F\left(\beta-\gamma+1, 1-\alpha, \beta-\alpha+1, \frac{1}{1-x}\right). \end{cases}$$

M. Kummer a démontré que, si deux intégrales particulières de l'équation proposée se laissent développer en séries convergentes aux environs du même point critique, elles ne peuvent différer que par un facteur constant. On en conclut facilement que les intégrales comprises dans chacun des six groupes désignés par $\varphi_{01}, \varphi_{02}, \ldots \varphi_{\infty 2}$ sont égales entre elles à un facteur constant près. Il n'y-a donc que six intégrales distinctes. Nous choisissons les suivantes:

$$\begin{cases} y_{01} = F(\alpha, \beta, \gamma, x), \\ y_{02} = x^{1-\gamma}F(\alpha-\gamma+1, \beta-\gamma+1, 2-\gamma, x), \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_{11} = F(\alpha, \beta, \alpha+\beta-\gamma+1, 1-x), \\ y_{12} = (1-x)^{\gamma-\alpha-\beta}F(\gamma-\alpha, \gamma-\beta, \gamma-\alpha-\beta+1, 1-x), \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_{\infty 1} = x^{-\alpha}F\left(\alpha, \alpha-\gamma+1, \alpha-\beta+1, \frac{1}{x}\right), \\ y_{\infty 2} = x^{-\beta}F\left(\beta, \beta-\gamma+1, \beta-\alpha+1, \frac{1}{x}\right). \end{cases}$$

Ces intégrales sont des fonctions multiformes. Pour les rendre uniformes, traçons les coupures de Riemann $+1$ ———— $+\infty$ et 0 ———— $-\infty$ et assignons aux puissances

$$x^{1-\gamma}, (1-x)^{\gamma-\alpha-\beta}, x^{-\alpha}, \quad x^{-\beta}$$

des valeurs réelles sur la partie 0 —— $+1$ de l'axe réelle.

On sait que la série $F(\alpha, \beta, \gamma, x)$ est convergente quand $|x| < 1$. Elle l'est encore pour $|x| = 1$, si $\gamma_1 - \alpha_1 - \beta_1 > 0$, $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ désignant les parties réelles des paramètres α, β, γ. Dans ce dernier cas la relation de Gauss

$$F(\alpha, \beta, \gamma, 1) = \frac{\Gamma(\gamma)\Gamma(\gamma-\alpha-\beta)}{\Gamma(\gamma-\alpha)\Gamma(\gamma-\beta)}. \tag{4}$$

a lieu, la fonction Γ étant définie par la formule:

$$(5) \qquad \Gamma(z) = \lim_{n=\infty} \Pi(n, z) = \lim_{n=\infty} \frac{1.2.3\ldots(n-1)}{z(z+1)\ldots(z+n-1)} . n^z .$$

Les développements y_{01} et y_{02} subsistent à l'intérieur du cercle au rayon 1. décrit autour du point 0, les développements $y_{\infty 1}$ et $y_{\infty 2}$ à l'extérieur de ce cercle, et enfin y_{11} et y_{12} dans le cercle au rayon 1, décrit autour du point 1. Pour qu'on puisse poursuivre une intégrale particulière dans tout le plan, il faut déterminer les relations linéaires qui existent entre trois de ces développements. A cet effet nous posons

$$(6) \qquad y_{02} = C_1 y_{11} + C_2 y_{12} ,$$

C_1 et C_2 désignant des constantes qu'il s'agit de déterminer. Supposons d'abord $1-\gamma_1 > 0$ et $\gamma_1 - \alpha_1 - \beta_1 > 0$. En donnant à x dans l'équation (6) tour à tour les valeurs 0 et 1, on trouve

$$(7) \qquad \begin{cases} 0 = C_1 . \dfrac{\Gamma(1-\gamma)\Gamma(\alpha+\beta-\gamma+1)}{\Gamma(\alpha-\gamma+1)\Gamma(\beta-\gamma+1)} + C_2 . \dfrac{\Gamma(1-\gamma).\Gamma(\gamma-\alpha-\beta+1)}{\Gamma(1-\alpha)\Gamma(1-\beta)} , \\ \dfrac{\Gamma(2-\gamma)\,\Gamma(\gamma-\alpha-\beta)}{\Gamma(1-\alpha)\Gamma(1-\beta)} = C_1 , \end{cases}$$

d'où l'on tire

$$C_2 = \frac{\Gamma(2-\gamma)\Gamma(\alpha+\beta-\gamma)}{\Gamma(\alpha-\gamma+1)\Gamma(\beta-\gamma+1)} .$$

Nous aurons donc la relation:

$$(\mathrm{I}) \qquad y_{02} = \frac{\Gamma(2-\gamma)\Gamma(\gamma-\alpha-\beta)}{\Gamma(1-\alpha)\Gamma(1-\beta)} y_{11} + \frac{\Gamma(2-\gamma)\Gamma(\alpha+\beta-\gamma)}{\Gamma(\alpha-\gamma+1)\Gamma(\beta-\gamma+1)} y_{12} .$$

En y effectuant la substitution $(\alpha, \beta, \gamma \mid \alpha-\gamma+1, \beta-\gamma+1, 2-\gamma)$ et multipliant par $x^{1-\gamma}$, on trouve

$$(\mathrm{II}) \qquad y_{01} = \frac{\Gamma(\gamma)\Gamma(\gamma-\alpha-\beta)}{\Gamma(\gamma-\alpha)\Gamma(\gamma-\beta)} y_{11} + \frac{\Gamma(\gamma)\Gamma(\alpha+\beta-\gamma)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} y_{12} .$$

Des équations I et II on déduit, en changeant x en $1-x$ et γ en $\alpha+\beta-\gamma+1$, les suivantes:

$$\text{(III)} \qquad y_{12} = \frac{\Gamma(1-\gamma)\Gamma(\gamma-\alpha-\beta+1)}{\Gamma(1-\alpha)\Gamma(1-\beta)} y_{01} + \frac{\Gamma(\gamma-1)\Gamma(\gamma-\alpha-\beta+1)}{\Gamma(\gamma-\alpha)\Gamma(\gamma-\beta)} y_{02};$$

$$\text{(IV)} \qquad y_{11} = \frac{\Gamma(1-\gamma)\Gamma(\alpha+\beta-\gamma+1)}{\Gamma(\alpha-\gamma+1)\Gamma(\beta-\gamma+1)} y_{01} + \frac{\Gamma(\gamma-1)\Gamma(\alpha+\beta-\gamma+1)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} y_{02}.$$

L'hypothèse $1-\gamma_1>0$, $\gamma_1-\alpha_1-\beta_1>0$, admise jusqu'ici, nous était nécessaire pour la détermination des constantes, mais les valeurs qu'on vient de trouver pour celles-ci, subsistent quand même cette hypothèse cesse d'avoir lieu. C'est ce qu'ont démontré Gauss, Kummer et plus tard M. Goursat, mais il nous semble que la démonstration un peu longue, donnée par eux, peut être rendue plus simple par les considérations suivantes.

Admettons d'abord $1-\gamma_1>0$, $\gamma_1-\alpha_1-\beta_1<0$. Les constantes C_1 et C_2 de l'équation (6) étant des fonctions des paramètres α, β, γ, nous les désignerons respectivement pas $C_1(\alpha,\beta,\gamma)$ et $C_2(\alpha,\beta,\gamma)$. En substituant $\gamma-\alpha$ à α et $\gamma-\beta$ à β, cette équation devient

$$x^{1-\gamma} F(1-\alpha,1-\beta,2-\gamma,x) = C_1(\gamma-\alpha,\gamma-\beta,\gamma)\, F(\gamma-\alpha,\gamma-\beta,\gamma-\alpha-\beta+1,1-x)$$
$$+ C_2(\gamma-\alpha,\gamma-\beta,\gamma)(1-x)^{\alpha+\beta-\gamma} F(\alpha,\beta,\alpha+\beta-\gamma+1,1-x).$$

Pour $x=0$ et $x=1$ elle nous donne

$$\left\{\begin{aligned} 0 &= C_1(\gamma-\alpha,\gamma-\beta,\gamma)\frac{\Gamma(\gamma-\alpha-\beta+1)\Gamma(1-\gamma)}{\Gamma(1-\alpha)\Gamma(1-\beta)} \\ &\quad + C_2(\gamma-\alpha,\gamma-\beta,\gamma)\frac{\Gamma(\alpha+\beta-\gamma+1)\Gamma(1-\gamma)}{\Gamma(\alpha-\gamma+1)\Gamma(\beta-\gamma+1)}, \\ &\frac{\Gamma(2-\gamma)\Gamma(\alpha+\beta-\gamma)}{\Gamma(\alpha-\gamma+1)\Gamma(\beta-\gamma+1)} = C_1(\gamma-\alpha,\gamma-\beta,\gamma). \end{aligned}\right.$$

En effectuant de nouveau la substitution $(\alpha,\beta \mid \gamma-\alpha,\gamma-\beta)$, on retrouve les relations (7) et par suite aussi les mêmes valeurs qu'auparavant pour les constantes C_1 et C_2.

Si $1-\gamma_1<0$, $\gamma_1-\alpha_1-\beta_1>0$, on arrive à un résultat pareil par la substitution $(\alpha,\beta,\gamma \mid \alpha-\gamma+1,\beta-\gamma+1,2-\gamma)$, et si $1-\gamma_1<0$, $\gamma_1-\alpha_1-\beta_1<0$, par la substitution $(\alpha,\beta,\gamma \mid 1-\alpha,1-\beta,2-\gamma)$. Le théorème est donc démontré dans tous les cas.

En supposant $\gamma_1 - \alpha_1 - \beta_1 < 0$, on tire de l'équation (II)

$$\lim_{x=1} (1-x)^{\alpha+\beta-\gamma} F(\alpha, \beta, \gamma, x) = \frac{\Gamma(\gamma)\Gamma(\alpha+\beta-\gamma)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}, \tag{8}$$

formule dont nous aurons à faire usage dans la suite.

Cela posé, les relations entre les intégrales $y_{01}, y_{02}, y_{\infty 1}$ et $y_{\infty 2}$ se laissent déterminer d'une manière très-simple, en partant de l'équation

$$y_{\infty 1} = C_3 y_{01} + C_4 y_{02}. \tag{9}$$

En effet, on trouve, en comparant entre elles la premiére et la troisième intégrale du groupe $\varphi_{\infty 1}$ (page 6)

$$(1-x)^{-\alpha} F\left(\alpha, \gamma-\beta, \alpha-\beta+1, \frac{1}{1-x}\right)$$

$$= (-x)^{-\alpha}\left(1-\frac{1}{x}\right)^{-\alpha} F\left(\alpha, \gamma-\beta, \alpha-\beta+1, \frac{1}{1-x}\right)$$

$$= (-x)^{-\alpha} F\left(\alpha, \alpha-\gamma+1, \alpha-\beta+1, \frac{1}{x}\right).$$

En vertu des coupures de Riemann que nous venons d'introduire, l'argument de x reste compris entre les limites $+\pi$ et $-\pi$. Si l'on veut passer d'un point x, situé dans la partie supérieure du plan, au point $-x$, il faut évidemment faire un demi-tour en sens inverse autour du point 0, de sorte qu'on aura $(-x) = x . e^{-\pi i}$. Quand x représente un point dans la partie inférieure du plan, on aura de même $(-x) = x . e^{+\pi i}$. Nous pouvons donc mettre

$$y_{\infty 1} = e^{\mp \pi i \alpha}(1-x)^{-\alpha} F\left(\alpha, \gamma-\beta, \alpha-\beta+1, \frac{1}{1-x}\right), \tag{10}$$

le signe $-$ ayant lieu dans la partie supérieure et le signe $+$ dans la partie inférieure du plan. Cela posé, si dans la relation (9) on introduit pour $y_{\infty 1}$ l'expression (10) et qu'on fasse $x = 0$, en supposant $1 - \gamma_1 > 0$, il viendra

$$C_3 = e^{\mp \pi i \alpha} \frac{\Gamma(\alpha-\beta+1)\Gamma(1-\gamma)}{\Gamma(1-\beta)\Gamma(\alpha-\gamma+1)}.$$

Pour trouver la constante C_4, nous multiplions l'équation (9) par $x^{\gamma-1}$, en supposant cette fois $1-\gamma_1 < 0$[1]) et observant que

$$x^{\gamma-1} = \left(-x \,.\, e^{\pm\pi i}\right)^{\gamma-1} = (-x)^{\gamma-1} \,.\, e^{\pm\pi i(\gamma-1)}.$$

Admettons que la variable x, en se mouvant le long de l'axe réel *négatif*, se rapproche indéfiniment du point 0. D'après la formule (8) la valeur de l'expression

$$(-x)^{\gamma-1}(1-x)^{-\alpha}F\left(\alpha, \gamma-\beta, \alpha-\beta+1, \frac{1}{1-x}\right)$$

tendra alors vers

$$\frac{\Gamma(\gamma-1)\,\Gamma(\alpha-\beta+1)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\gamma-\beta)}$$

et l'on trouvera ainsi

$$C_4 = e^{\mp\pi i\alpha \pm \pi i(\gamma-1)}\frac{\Gamma(\gamma-1)\,\Gamma(\alpha-\beta+1)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\gamma-\beta)}.$$

La relation (9) prend donc la forme

$$\text{(V)}\qquad \begin{aligned} y_{\infty 1} &= e^{\mp\pi i\alpha}\frac{\Gamma(\alpha-\beta+1)\,\Gamma(1-\gamma)}{\Gamma(1-\beta)\,\Gamma(\alpha-\gamma+1)}\,y_{01} \\ &\quad + e^{\mp\pi i\alpha \pm \pi i(\gamma-1)}\,\frac{\Gamma(\gamma-1)\,\Gamma(\alpha-\beta+1)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\gamma-\beta)}\,y_{02}, \end{aligned}$$

où les signes supérieurs se rapportent à la partie supérieure et les signes inférieurs à la partie inférieure du plan.

De cette dernière équation on tire, en permutant les lettres α et β,

$$\text{(VI)}\qquad \begin{aligned} y_{\infty 2} &= e^{\mp\pi i\beta}\,\frac{\Gamma(\beta-\alpha+1)\,\Gamma(1-\gamma)}{\Gamma(1-\alpha)\,\Gamma(\beta-\gamma+1)}\,y_{01} \\ &\quad + e^{\mp\pi i\beta \pm \pi i(\gamma-1)}\,\frac{\Gamma(\gamma-1)\,\Gamma(\beta-\alpha+1)}{\Gamma(\beta)\,\Gamma(\gamma-\alpha)}\,y_{02}. \end{aligned}$$

---

[1]) En substituant dans l'équation proposée $\frac{t}{t-1}$ à x, on trouve sans peine, par ce qui précède, que les équations qui lient entre elles les intégrales relatives aux points 0 et ∞, doivent être indépendantes des signes de $1-\gamma_1$ et de $\gamma_1-\alpha_1-\beta_1$.

Effectuons dans les formules (V) et (VI) la substitution

$$\left(\alpha, \beta, \gamma, x \mid \alpha, \alpha-\gamma+1, \alpha-\beta+1, \frac{1}{x}\right)$$

et multiplions ensuite par $x^{-\alpha}$. En observant que par le changement de x en $\frac{1}{x}$ la partie supérieure du plan se transforme dans la partie inférieure et vice versâ, nous obtiendrons

$$\text{(VII)} \qquad y_{01} = e^{\pm \pi i \alpha} \frac{\Gamma(\gamma)\,\Gamma(\beta-\alpha)}{\Gamma(\beta)\,\Gamma(\gamma-\alpha)}\, y_{\infty 1} + e^{\pm \pi i \beta} \frac{\Gamma(\gamma)\,\Gamma(\alpha-\beta)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\gamma-\beta)}\, y_{\infty 2},$$

$$\text{(VIII)} \qquad \begin{aligned} y_{02} &= e^{\pm \pi i \alpha \pm \pi i (1-\gamma)} \frac{\Gamma(2-\gamma)\,\Gamma(\beta-\alpha)}{\Gamma(1-\alpha)\,\Gamma(\beta-\gamma+1)}\, y_{\infty 1} \\ &+ e^{\pm \pi i \beta \pm \pi i (1-\gamma)} \frac{\Gamma(2-\gamma)\,\Gamma(\alpha-\beta)}{\Gamma(1-\beta)\,\Gamma(\alpha-\gamma+1)}\, y_{\infty 2}, \end{aligned}$$

où il faut, pour ce qui concerne les signes doubles, tenir compte de la remarque ci-dessus.

Les relation (I) . . . (VIII) deviennent identiques avec celles de M. Goursat[1]), si l'on y introduit pour $y_{\infty 1}$ et $y_{\infty 2}$ les expressions équivalentes

$$e^{\mp \pi i \alpha}(-x)^{-\alpha} F\left(\alpha, \alpha-\gamma+1, \alpha-\beta+1, \frac{1}{x}\right)$$

et

$$e^{\mp \pi i \beta}(-x)^{-\beta} F\left(\beta, \beta-\gamma+1, \beta-\alpha+1, \frac{1}{x}\right).$$

Nous faisons remarquer, en passant, que la manière dont s'est servi M. Jordan[2]) pour déterminer les relations entre les intégrales $y_{01}, y_{02}, y_{\infty 1}, y_{\infty 2}$, est inexacte en ce qu'il fait passer les intégrales par le point 1, qui est un point critique pour celles-ci, quoiqu'elles y aient, dans l'hypothèse actuelle, des valeurs finies. On voit sans peine qu'on pourrait par un tel procédé obtenir tant de relations qu'on voudrait, incompatibles entre elles.

---

[1]) Sur l'équation différentielle linéaire etc .. pag. 29.

[2]) Cours d'Analyse, tome III pag. 229.

2.

Nous allons maintenant étudier le cas où une ou plusieurs des quantités $1-\gamma$, $\gamma-\alpha-\beta$, $\beta-\alpha$ sont des nombres entiers ou nuls. Admettons d'abord que $1-\gamma$ est un entier négatif. L'expression

$$y_{02} = x^{1-\gamma} F(\alpha-\gamma+1, \beta-\gamma+1, 2-\gamma, x)$$

n'a plus aucun sens, puisque tous les termes du développement, à partir d'un certain d'entre eux, deviendront infinis[1]). Si dans l'équation proposée on fait

$$y = y_{01}\int z\,dx\,,$$

y_{01} désignant la série hypergéometrique $F(\alpha, \beta, \gamma, x)$, on trouve sans peine que z doit satisfaire à l'équation différentielle

$$y_{01}\frac{dz}{dx} + \left[2\frac{dy_{01}}{dx} + \frac{\gamma-(\alpha+\beta+1)x}{x(1-x)}\cdot y_{01}\right]z = 0\,,$$

qui admet pour intégrale particulière

$$z = \frac{x^{-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta-1}}{y_{01}^{\;2}}\,.$$

On trouve donc, pour l'intégrale nouvelle, l'expression

$$y = y_{01}\int\frac{x^{-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta-1}}{y_{01}^{\;2}}\cdot dx\,,$$

qu'on peut mettre sous la forme

(11) $$x^{1-\gamma}\mathfrak{P}(x) + C(\alpha, \beta, \gamma)\,.\log x\,.\,y_{01}\,,$$

---

[1]) Il-y-a pourtant une exception lorsque α ou β est un nombre entier positif >1 et $<\gamma-1$, l'expression

$$x^{1-\gamma}F(\alpha-\gamma+1, \beta-\gamma+1, 2-\gamma, x)$$

étant alors une fonction rationelle. Dans ce cas et dans tout cas pareil l'intégration peut s'effectuer facilement d'une manière directe, tout à fait analogue à celle dont nous avons fait usage dans le cas général. Nous ne nous en occuperons pas ici.

$\mathfrak{P}(x)$ désignant une série procédant suivant les puissances positives de x, et il s'agit maintenant de déterminer les coefficients de cette série ainsi que la constante $C(\alpha, \beta, \gamma)$. Cette détermination peut s'effectuer en substituant l'expression (11) à la place de y dans l'équation proposée. Nous obtiendrons de cette manière la relation

$$x^{1-\gamma}\Big[(2-\gamma)\ \mathfrak{P}'(x) - (\alpha-\gamma+1)(\beta-\gamma+1)\,\mathfrak{P}(x)\Big]$$

$$+ x^{2-\gamma}\Big[\mathfrak{P}''(x) - \Big(2(1-\gamma) + (\alpha+\beta+1)\Big)\mathfrak{P}'(x)\Big]$$

$$- x^{3-\gamma}\ \mathfrak{P}''(x) + C(\alpha, \beta, \gamma)\Big[\frac{y_{01}}{x}(\gamma-1) - y_{01}(\alpha+\beta) + 2\frac{dy_{01}}{dx} - 2x\frac{dy_{01}}{dx}\Big] = 0.$$

En faisant

$$\frac{\alpha\beta}{1.\gamma} = a_1, \quad \frac{\alpha(\alpha+1)\beta(\beta+1)}{1.2.\gamma(\gamma+1)} = a_2, \quad \text{etc.}.$$

et observant que

$$\frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{(\alpha+n)(\beta+n)}{n(\gamma+n)},$$

on tire de la dernière relation

(12)
$$C(\alpha, \beta, \gamma) = (-1)^{\gamma-2}\frac{(\alpha-\gamma+1)(\alpha-\gamma+2)..(\alpha-1)(\beta-\gamma+1)(\beta-\gamma+2)..(\beta-1)}{(\gamma-1)[1.2.3.....(\gamma-2)]^2},$$

(13)
$$\mathfrak{P}(x) = C_1\Big\{1 + \frac{(\alpha-\gamma+1)(\beta-\gamma+1)}{1.(2-\gamma)}x + ...$$

$$+ \frac{(\alpha-\gamma+1)(\alpha-\gamma+2)..(\alpha-2)(\beta-\gamma+1)(\beta-\gamma+2)..(\beta-2)}{1.2.3...(\gamma-2)(2-\gamma)(3-\gamma)..(-2)(-1)}x^{\gamma-2}$$

$$+ C_2 x^{\gamma-1} + \Big[C_2 + C(\alpha, \beta, \gamma)\Big(\frac{\alpha+\beta}{\alpha.\beta} - \frac{\gamma+1}{1.\gamma}\Big)\Big]a_1 x^{\gamma}$$

$$+ \Big[C_2 + C(\alpha, \beta, \gamma)\Big(\frac{\alpha+\beta}{\alpha.\beta} - \frac{\gamma+1}{1.\gamma} + \frac{\alpha+\beta+2}{(\alpha+1)(\beta+1)} - \frac{\gamma+3}{2(\gamma+1)}\Big)\Big]a_2 x^{\gamma+1} + \ldots\Big\},$$

C_1 et C_2 étant des constantes arbitraires. Nous désignons par N la somme de la série indéfinie

$$(14)\qquad \frac{\alpha+\beta}{\alpha\,.\,\beta}-\frac{\gamma+1}{1\,.\,\gamma}+\frac{\alpha+\beta+2}{(\alpha+1)(\beta+1)}-\frac{\gamma+3}{2(\gamma+1)}+\ldots$$
$$+\frac{\alpha+\beta+2n}{(\alpha+n)(\beta+n)}-\frac{\gamma+2n+1}{(n+1)(\gamma+n)}+\ldots\ldots$$

et nous donnons dans l'équation (13) à C_1 et C_2 les valeurs particulières

$$C_1=1\,,\qquad C_2=-\,C(\alpha,\beta,\gamma)\,.\,N.$$

Si nous adoptons cette détermination de C_2, au lieu de faire simplement $C_2=0$, c'est parcequ'elle conduit, comme nous le verrons dans la suite, à des formules beaucoup plus simples. En introduisant encore le symbole $\mathfrak{F}$, définie par la formule

$$(15)\qquad \mathfrak{F}(\alpha,\beta,\gamma,x)=1+\frac{(\alpha-\gamma+1)(\beta-\gamma+1)}{1\,.\,(2-\gamma)}x+\ldots.$$
$$+\frac{(\alpha-\gamma+1)(\alpha-\gamma+2)\ldots(\alpha-2)(\beta-\gamma+1)(\beta-\gamma+2)\ldots(\beta-2)}{1\,.\,2\,.\,3\ldots(\gamma-2)(2-\gamma)(3-\gamma)\ldots(-2)(-1)}x^{\gamma-2}$$
$$-\,C(\alpha,\beta,\gamma)\,.\,x^{\gamma-1}\Big\{N+\Big[N-\Big(\frac{\alpha+\beta}{\alpha\,.\,\beta}-\frac{\gamma+1}{1\,.\,\gamma}\Big)\Big]a_1x$$
$$+\Big[N-\Big(\frac{\alpha+\beta}{\alpha\,.\,\beta}-\frac{\gamma+1}{1\,.\,\gamma}+\frac{\alpha+\beta+2}{(\alpha+1)(\beta+1)}-\frac{\gamma+3}{2(\gamma+1)}\Big)\Big]a_2x^2+\ldots\Big\},$$

la forme définitive de l'intégrale cherchée sera

$$y_{02}=x^{1-\gamma}\,\mathfrak{F}(\alpha,\beta,\gamma,x)+C(\alpha,\beta,\gamma)\,.\log x\,.\,F(\alpha,\beta,\gamma,x)\,.$$

Les fonctions y_{01} et y_{02} forment un système fondamental d'intégrales particulières de l'équation proposée.

Si $\gamma=1$, la série $\mathfrak{F}(\alpha,\beta,\gamma,x)$ aura la forme

$$-\;C(\alpha,\beta,\gamma)\Big[N+\Big(N-\Big(\frac{\alpha+\beta}{\alpha\,.\,\beta}-\frac{\gamma+1}{1\,.\,\gamma}\Big)\Big)a_1\,x+\ldots..\Big],$$

de sorte que l'intégrale y_{02} se trouvera multipliée par $C(\alpha,\beta,\gamma)$. En posant $C(\alpha,\beta,\gamma)=-1$, cette intégrale devient

$$y_{02}=\mathfrak{F}(\alpha,\beta,\gamma,x)-\log x\,.\,F(\alpha,\beta,\gamma,x)\,.$$

Chacun des autres cas peut se ramener facilement à celui qu'on vient de traiter. Soit par exemple $\gamma-\alpha-\beta=$ un nombre entier négatif. En effectuant dans l'équation proposée la substitution $(\gamma, x \mid \alpha+\beta-\gamma+1, 1-x)$, on retombe sur le cas précédent; on obtiendra donc le système fondamental relatif au point 1, en faisant cette même substitution [1]) dans les intégrales trouvées ci-dessus. Nous nous contentons de réunir dans le tableau suivant les intégrales relatives aux différents cas dont il s'agit.

1°. $1-\gamma$ *est un nombre entier ou nul:*

$$1-\gamma\leq 0,\quad \begin{cases} y_{01}=F(\alpha,\beta,\gamma,x),\\ y_{02}=x^{1-\gamma}\mathfrak{F}(\alpha,\beta,\gamma,x)+C(\alpha,\beta,\gamma)\log x\,.\,y_{01}.\end{cases}$$

$$1-\gamma>0,\quad \begin{cases} y_{01}=x^{1-\gamma}F(\alpha-\gamma+1,\beta-\gamma+1,2-\gamma,x),\\ y_{02}=\mathfrak{F}(\alpha-\gamma+1,\beta-\gamma+1,2-\gamma,x)+C(\alpha-\gamma+1,\beta-\gamma+1,2-\gamma)\log x\,.\,y_{01}.\end{cases}$$

2°. $\gamma-\alpha-\beta$ *est un nombre entier ou nul:*

$$\gamma-\alpha-\beta\leq 0,\quad \begin{cases} y_{11}=F(\alpha,\beta,\alpha+\beta-\gamma+1,1-x),\\ y_{12}=(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta}\mathfrak{F}(\alpha,\beta,\alpha+\beta-\gamma+1,1-x)\\ \qquad +C(\alpha,\beta,\alpha+\beta-\gamma+1)\log(1-x)\,.\,y_{11}.\end{cases}$$

$$\gamma-\alpha-\beta>0,\quad \begin{cases} y_{11}=(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta}F(\gamma-\alpha,\gamma-\beta,\gamma-\alpha-\beta+1,1-x),\\ y_{12}=\mathfrak{F}(\gamma-\alpha,\gamma-\beta,\gamma-\alpha-\beta+1,1-x)\\ \qquad +C(\gamma-\alpha,\gamma-\beta,\gamma-\alpha-\beta+1)\log(1-x)\,.\,y_{11}.\end{cases}$$

3°. $\beta-\alpha$ *est un nombre entier ou nul:*

$$\beta-\alpha\leq 0,\quad \begin{cases} y_{\infty 1}=x^{-\alpha}F\left(\alpha,\alpha-\gamma+1,\alpha-\beta+1,\frac{1}{x}\right)\\ y_{\infty 2}=x^{-\beta}\mathfrak{F}\left(\alpha,\alpha-\gamma+1,\alpha-\beta+1,\frac{1}{x}\right)\\ \qquad +C(\alpha,\alpha-\gamma+1,\alpha-\beta+1)\log\left(\frac{1}{x}\right).\,y_{\infty 1}.\end{cases}$$

---

[1]) Il faut remarquer que cette substitution coïncide avec celle qui en est inverse.

$$\beta - \alpha > 0, \quad \begin{cases} y_{\infty 1} = x^{-\beta} F\left(\beta, \beta - \gamma + 1, \beta - \alpha + 1, \frac{1}{x}\right) \\ y_{\infty 2} = x^{-\alpha} \mathfrak{F}\left(\beta, \beta - \gamma + 1, \beta - \alpha + 1, \frac{1}{x}\right) + C(\beta, \beta - \gamma + 1, \beta - \alpha + 1) \log\left(\frac{1}{x}\right) \cdot y_{\infty 1} \end{cases}$$

Ajoutons que si l'un quelconque des nombres $1 - \gamma$, $\gamma - \alpha - \beta$, $\beta - \alpha$ n'est pas entier ou nul, les intégrales relatives au point singulier qui correspond à ce nombre, seront évidemment comprises dans le système général (p. 6 et 7).

Pour rendre les intégrales trouvées ci-dessus uniformes, traçons les coupures de Riemann $1 \text{———} +\infty$ et $0 \text{———} -\infty$ et assignons aux fonctions

$$x^{1-\gamma}, (1-x)^{\gamma-\alpha-\beta}, x^{-\alpha}, x^{-\beta}, \log x, \log(1-x), \log\left(\frac{1}{x}\right)$$

des valeurs réelles sur la partie $0 \text{———} +1$ de l'axe réel.

Il reste à étudier la convergence de la série $\mathfrak{F}(\alpha, \beta, \gamma, x)$. De la forme des coefficients de cette série il résulte d'abord qu'elle est convergente en même temps que la série hypergéometrique $F(\alpha, \beta, \gamma, x)$, c'est à dire lorsque $|x| < 1$ et aussi pour $x = 1$, à condition que $\gamma_1 - \alpha_1 - \beta_1 > 0$, $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ désignant les parties réelles des paramètres α, β, γ. Mais il se laisse démontrer, quand α, β, γ sont réels, que $\mathfrak{F}(\alpha, \beta, \gamma, 1)$ a encore une valeur finie pour $\gamma - \alpha - \beta = 0$, et, pourvu que $\gamma > \alpha\beta$, aussi pour $\gamma - \alpha - \beta = -1$. En effet, dans la série

$$N = \frac{\alpha + \beta}{\alpha . \beta} - \frac{\gamma + 1}{1 . \gamma} + \ldots - \frac{\gamma + 2n - 1}{n(\gamma + n - 1)} + \frac{\alpha + \beta + 2n}{(\alpha + n)(\beta + n)} - \frac{\gamma + 2n + 1}{(n+1)(\gamma + n)} + \ldots .$$

on a

$$\frac{\alpha + \beta + 2n}{(\alpha + n)(\beta + n)} - \frac{\gamma + 2n - 1}{n(\gamma + n - 1)} = \frac{n^2(\gamma - \alpha - \beta - 1) - 2\alpha\beta n - \alpha\beta(\gamma - 1)}{n(\alpha + n)(\beta + n)(\gamma + n - 1)},$$

$$\frac{\alpha + \beta + 2n}{(\alpha + n)(\beta + n)} - \frac{\gamma + 2n + 1}{(n + 1)(\gamma + n)} = \frac{n^2(\gamma - \alpha - \beta + 1) + 2n(\gamma - \alpha\beta) + \gamma(\alpha + \beta) - \alpha\beta(\gamma + 1)}{(n + 1)(\alpha + n)(\beta + n)(\gamma + n)},$$

Il suit de là que dans l'hypothèse actuelle les termes de la série N, à partir d'un certain d'entre eux, vont constamment en décroissant. En posant

$$\mathfrak{F}(\alpha, \beta, \gamma, 1) = \sum \lambda_n a_n,$$

où

$$\lambda_n = N - \left(\frac{\alpha+\beta}{\alpha.\beta} - \frac{\gamma+1}{1.\gamma} + \ldots + \frac{\alpha+\beta+2n-2}{(\alpha+n-1)(\beta+n-1)} - \frac{\gamma+2n-1}{n(\gamma+n-1)}\right),$$

$$a_n = \frac{\alpha(\alpha+1)\ldots(\alpha+n-1)\beta(\beta+1)\ldots(\beta+n-1)}{1.2\ldots n.\gamma(\gamma+1)\ldots(\gamma+n-1)},$$

on aura donc, à partir d'un certain terme n_1,

$$\lambda_n < \frac{\alpha+\beta+2n}{(\alpha+n)(\beta+n)},$$

ou bien

$$\sum_{n_1} \lambda_n a_n < \sum_{n_1} \frac{\alpha(\alpha+1)\ldots(\alpha+n-1)\beta(\beta+1)\ldots(\beta+n-1)}{1.2\ldots.n.\gamma(\gamma+1)\ldots(\gamma+n-1)} \cdot \frac{\alpha+\beta+2n}{(\alpha+n)(\beta+n)}.$$

En désignant par A_n l'expression sous le dernier signe Σ, on trouve

$$\frac{A_{n+1}}{A_n} = \frac{(\alpha+n)^2(\beta+n)^2(\alpha+\beta+2n+2)}{(n+1)(\gamma+n)(\alpha+n+1)(\beta+n+1)(\alpha+\beta+2n)}$$

$$= \frac{2n^5+n^4(5\gamma+2)+\ldots.}{2n^5+n^4(5\gamma+6)+\ldots.}.$$

La différence entre les coefficients de n^4 dans le dénominateur et dans le numérateur étant un nombre positif plus grand que l'unité, on est autorisé à conclure, suivant un théorème connu de Gauss, que la série ΣA_n est convergente. Par conséquent la série $\mathfrak{F}(\alpha,\beta,\gamma,1)$ converge aussi dans les conditions particulières dont il s'agit, *c.q.f.d.*

3.

Afin d'être en état d'établir les relations entre les intégrales particulières obtenues plus haut, nous ferons d'abord quelques observations concernant la série hypergéometrique.

On a pour des valeurs quelconques de α,β,γ

$$\frac{\alpha(\alpha+1)\ldots(\alpha+n-1)\beta(\beta+1)\ldots(\beta+n-1)}{1.2.3\ldots n.\gamma(\gamma+1)\ldots\ldots(\gamma+n-1)} n^{\gamma-\alpha-\beta+1} =$$

$$\frac{\alpha(\alpha+1)\,..\,(\alpha+n-1)}{1\,.\,2\,.....\,(n-1)}\,\frac{1}{n^{\alpha}}\cdot\frac{\beta(\beta+1)\,..\,(\beta+n-1)}{1\,.\,2\,...\,(n-1)}\,\frac{1}{n^{\beta}}\cdot\frac{1\,.\,2\,..\,(n-1)}{\gamma(\gamma+1)\,..\,(\gamma+n-1)}\,n^{\gamma}$$

$$=\frac{\Pi(n\,\gamma)}{\Pi(n\,\alpha)\,\Pi(n\,\beta)}\,.$$

Par suite la série $F(\alpha\,,\beta\,,\gamma\,,x)$ peut s'écrire

$$(16)\qquad F(\alpha\,,\beta\,,\gamma\,,x)=1+\sum_{1}^{\infty}{}_{n}\,\frac{\Pi(n\,\gamma)}{\Pi(n\,\alpha)\,\Pi(n\,\beta)}\cdot\frac{x^{n}}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}}\,,$$

d'où l'on voit que les termes successifs de $F(\alpha\,,\beta\,,\gamma\,,x)$ se rapprochent indéfiniment de ceux du développement

$$\frac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}\cdot\sum\frac{x^{n}}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}}\,.$$

On peut en inférer que la fonction

$$F(\alpha\,,\beta\,,\gamma\,,x)-\frac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}\cdot\sum\frac{x^{n}}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}}$$

devient, pour $x=1$, infinie de moindre ordre que $F(\alpha\,,\beta\,,\gamma\,,x)$. Si $\alpha\,,\beta\,,\gamma$ sont réels, cette proposition laisse se démontrer d'une manière rigoureuse.

En effet, d'après la formule (5) p. 8 on a

$$\frac{\Pi(n+1\,,z)}{\Pi(n\,,z)}=\frac{n}{n+z}\,\frac{(n+1)^{z}}{n^{z}}=\frac{1}{1+\frac{z}{n}}\left(1+\frac{1}{n}\right)^{z}=1+\frac{z\,(z-1)}{2}\,\frac{1}{n^{2}}+\left(\frac{1}{n^{3}}\right).$$

Il s'ensuit qu'en faisant augmenter n, $|\,\Pi(n\,z)\,|$ croît ou décroît constamment, à partir d'une certaine valeur de n, suivant que

$$\left|\,1+\frac{z(z-1)}{2}\,\frac{1}{n^{2}}\,\right|$$

reste plus grand ou plus petit que l'unité. Supposons, pour fixer les idées, qu'à partir de la valeur n_1 $|\,\Pi(n\,\alpha)\,|$ et $|\,\Pi(n\,\gamma)\,|$ aillent en décroissant mais que $|\,\Pi(n\,\beta)\,|$ croisse. On aura alors, pour $n\geqq n_1$,

$$\left|\frac{\Gamma(\gamma)}{\Pi(n_1\alpha)\,\Gamma(\beta)}\right|<\left|\frac{\Pi(n\,\gamma)}{\Pi(n\alpha)\,\Pi(n\beta)}\right|<\left|\frac{\Pi(n_1\gamma)}{\Gamma(\alpha)\,\Pi(n_1\beta)}\right|.$$

ou bien

$$\left|\frac{\Gamma(\gamma)}{\Pi(n_1\alpha)\,\Gamma(\beta)}\right|\cdot\sum_{n_1}\left|\frac{x^n}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}}\right| < \sum_{n_1}\left|\frac{\Pi(n\gamma)}{\Pi(n\alpha)\,\Pi(n\beta)}\right|\cdot\left|\frac{x^n}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}}\right|$$

$$< \left|\frac{\Pi(n_1\gamma)}{\Gamma(\alpha)\,\Pi(n_1\beta)}\right|\cdot\sum\left|\frac{x^n}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}}\right|.$$

Cette inégalité renferme le théorème bien connu, que la série $\sum\frac{x^n}{n^\lambda}$ est, pour $x=1$, convergente ou divergente, suivant que la partie réelle de λ est plus grande ou plus petite que l'unité.

En supposant que α,β,γ soient réels et qu'on ne donne à x que des valeurs réelles et positives, elle peut s'écrire

$$\frac{\Gamma(\gamma)}{\Pi(n_1\alpha)\,\Gamma(\beta)}\sum_{n_1}\frac{x^n}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}} < \left|\sum_{n_1}\frac{\Pi(n\gamma)}{\Pi(n\alpha)\,\Pi(n\beta)}\cdot\frac{x^n}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}}\right|$$

$$< \left|\frac{\Pi(n_1\gamma)}{\Gamma(\alpha)\,\Pi(n_1\beta)}\sum_{n_1}\frac{x^n}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}}\right|.$$

On voit par là que les deux fonctions

$$F(\alpha,\beta,\gamma,x) \quad \text{et} \quad \sum\frac{x^n}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}}$$

deviennent, lorsque $\gamma-\alpha-\beta<0$, infinies de même ordre pour $x=1$ et qu'on pourra, par conséquent, déterminer la constante c de manière à rendre la différence

$$F(\alpha,\beta,\gamma,x) - c\sum\frac{x^n}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}},$$

pour $x=1$, infinie d'un ordre inférieur à celui de ces fonctions. Quant à la valeur de cette constante, il résulte des considérations précédentes sur la série (16) qu'on doit avoir

$$c=\frac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}.$$

On aura donc, non seulement lorsque α,β,γ sont réels, mais, à ce qu'il paraît, pour des valeurs quelconques de α,β,γ, pourvu que $\gamma_1-\alpha_1-\beta_1<0$,

$$(17) \qquad F(\alpha, \beta, \gamma, x) = \mathfrak{P}(x) + \frac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \sum \frac{x^n}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}},$$

où le rapport $\frac{\mathfrak{P}(x)}{F(\alpha, \beta, \gamma, x)}$ devient nul pour $x = 1$.

Nous avons trouvé (p. 10) l'équation

$$(18) \qquad \lim_{x=1} (1-x)^{\alpha+\beta-\gamma} F(\alpha, \beta, \gamma, x) = \frac{\Gamma(\gamma)\Gamma(\alpha+\beta-\gamma)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)},$$

qui a lieu lorsque $\gamma_1 - \alpha_1 - \beta_1 < 0$ et que $\gamma - \alpha - \beta$ n'est pas un nombre entier négatif. D'un autre côté l'équation (17) nous donne

(19)

$$\lim_{x=1} (1-x)^{\alpha+\beta-\gamma} F(\alpha, \beta, \gamma, x) = \frac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \cdot \lim_{x=1} (1-x)^{\alpha+\beta-\gamma} \sum \frac{x^n}{n^{\gamma-\alpha-\beta+1}},$$

d'où il suit, en posant $\gamma - \alpha - \beta + 1 = \lambda$,

$$(20) \qquad \Gamma(1-\lambda) = \lim_{x=1} (1-x)^{1-\lambda} \sum \frac{x^n}{n^\lambda},$$

formule assez remarquable que nous n'avons pas rencontrée ailleurs.

Malgré la restriction imposée primitivement à la valeur de λ, la formule (19) en est indépendante, c'est à dire qu'elle a lieu aussi lorsque $\lambda - 1$ est un entier négatif. En effet, on obtient par une simple multiplication, en faisant la série $\sum \frac{x^n}{n^\lambda}$ commencer par le terme 1,

$$(1-x) \sum x^n = (1-x) \cdot \frac{1}{1-x} = 1,$$

$$(1-x)^2 \sum n\, x^n = 1 - x + x^2,$$

$$(1-x)^3 \sum n^2 x^n = 1 - 2x + 4x^2 - x^3,$$

$$(1-x)^4 \sum n^3 x^n = 1 - 3x + 10x^2 - 3x^3 + x^4,$$

. . . . ,

d'où l'on tire

$$\lim_{x=1} (1-x)\sum x^n = 1 = \Gamma(1)$$

$$\lim_{x=1} (1-x)^2\sum n x^n = 1 = \Gamma(2)\,,$$

$$\lim_{x=1} (1-x)^3\sum n^2 x^n = 2 = \Gamma(3)\,,$$

$$\lim_{x=1} (1-x)^4\sum n^3 x^n = 6 = \Gamma(4)\,,$$

. . . .

La relation (20) subsiste donc dans tous les cas où la partie réelle de λ est inférieure à l'unité.

Il s'ensuit que la formule (18) a lieu aussi lorsque $\gamma-\alpha-\beta$ est un nombre entier négatif.

Nous reprenons l'équation (17) et nous considérons encore le cas particulier $\gamma-\alpha-\beta=0$. L'équation prend alors la forme

$$F(\alpha,\beta,\gamma,x) = \mathfrak{P}(x) - \frac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}\cdot\log(1-x)\,, \tag{21}$$

l'ordre de l'infinitude de $\mathfrak{P}(x)$ au point $x=1$ étant inférieur à celui de $\log(1-x)$ au même point. D'un autre côté nous pouvons mettre (page 16)

$$F(\alpha,\beta,\gamma,x) = C_1\,F(\alpha,\beta,1,1-x) + C_2[\mathfrak{F}(\alpha,\beta,1,1-x) - \log(1-x)\,F(\alpha,\beta,1,1-x)],$$

et comme le seul terme du second membre de cette équation qui devienne infini pour $x=1$, est $\log(1-x)$, il en résulte que $\mathfrak{P}(1)$ est une quantité finie.

4.

A l'aide de ces considérations préliminaires, nous allons chercher les relations qui existent entre les diverses intégrales particulières trouvées précé-

demment (pp. 16 et 17). Considérons en premier lieu le cas où $1-\gamma=\gamma-\alpha-\beta=0$ et $\beta-\alpha=$ un entier négatif. On a alors les systèmes fondamentaux suivants:

$$\begin{cases} y_{01}=F(\alpha,\beta,1,x), \\ y_{02}=\mathfrak{F}(\alpha,\beta,1,x)-\log x\,.\,y_{01}\,. \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_{11}=F(\alpha,\beta,1,1-x), \\ y_{12}=\mathfrak{F}(\alpha,\beta,1,1-x)-\log(1-x)\,.\,y_{11}\,. \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_{\infty 1}=x^{-\alpha}F\left(\alpha,\alpha,\alpha-\beta+1,\frac{1}{x}\right), \\ y_{\infty 2}=x^{-\beta}\mathfrak{F}\left(\alpha,\alpha,\alpha-\beta+1,\frac{1}{x}\right)+C(\alpha,\alpha,\alpha-\beta+1)\log\left(\frac{1}{x}\right).\,y_{\infty 1}\,. \end{cases}$$

Posons

$$y_{11}=C_1\,y_{01}+C_2\,y_{02}\,. \tag{22}$$

Si la variable x, en suivant l'axe réel, s'approche indéfiniment du point 1, l'intégrale y_{01} deviendra, d'après l'équation (21), infinie du même ordre que $\log(1-x)$. On a de plus

$$\lim_{x=1}\log x\,.\log(1-x)=0\,,$$

et comme $\mathfrak{F}(\alpha,\beta,1,1)$ est une quantité finie (page 18), l'intégrale y_{02} restera finie au point 1, et il en sera de même de l'intégrale y_{11}. L'équation (22) exige alors qu'on ait $C_1=0$, d'où

$$C_2=\frac{1}{\mathfrak{F}(\alpha,\beta,1,1)}\,.$$

On peut trouver une autre forme de la constante C_2. Nous avons, en effet, d'après la formule (21)

$$F(\alpha,\beta,1,1-x)=\mathfrak{P}(1-x)-\frac{1}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}\,.\log x\,,$$

$\mathfrak{P}(1)$ étant une quantité finie. Si l'on fait la variable x se rapprocher du point 0, en suivant l'axe réel positif, dans chacun des membres de l'équation (22) le terme qui contient $\log x$ devient infini. Pour que cette équation puisse

avoir lieu aux environs du point 0, il faut que les termes infinis se détruisent, d'où il suit

$$C_2 = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}\,.$$

On a donc

$$y_{11} = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}\; y_{02}\,,$$

d'où l'on tire, en changeant x en $1-x$,

$$y_{01} = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}\; y_{12}\,.$$

Les deux valeurs de C_2, égalées entre elles, entraînent la relation

(23) $$\mathfrak{F}(\alpha\,,\beta\,,1\,,1) = \Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)\,,$$

qui a lieu pour $\alpha + \beta = 1$.

Posons maintenant

(a) $$y_{\infty 1} = C_3\, y_{01} + C_4\, y_{02}\,,$$

(b) $$y_{\infty 2} = C_5\, y_{01} + C_6\, y_{02}\,.$$

D'après la formule (21) nous pouvons mettre

$$y_{01} = \mathfrak{P}_1(x) - \frac{1}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}\log(1-x)\,,$$

$$y_{\infty 1} = \mathfrak{P}_2\left(\frac{1}{x}\right) - \frac{\Gamma(\alpha-\beta+1)}{[\Gamma(\alpha)]^2}\,.\log(1-x)\,,$$

$\mathfrak{P}_1(1)$ et $\mathfrak{P}_2(1)$ étant des quantités finies. Faisons x, en se mouvant le long de l'axe réel, tendre vers le point 1. Les termes de l'équation (a) qui deviennent infinis, devant se détruire, on obtiendra

$$C_3 = \frac{\Gamma(\beta)\,\Gamma(\alpha-\beta+1)}{\Gamma(\alpha)}\,.$$

D'autre part, l'intégrale $y_{\infty 1}$ peut être mise sous la forme

$$y_{\infty 1} = e^{\mp \pi i \alpha}(1-x)^{-\alpha} F\left(\alpha, \alpha, \alpha - \beta + 1, \frac{1}{1-x}\right),$$

où les signes — et + se rapportent respectivement aux parties supérieure et inférieure du plan. On a d'ailleurs d'après la formule (21)

$$F\left(\alpha, \alpha, \alpha - \beta + 1, \frac{1}{1-x}\right) = \mathfrak{P}\left(\frac{1}{1-x}\right) - \frac{\Gamma(\alpha - \beta + 1)}{[\Gamma(\alpha)]^2} . \log x,$$

la fonction

$$\mathfrak{P}\left(\frac{1}{1-x}\right)$$

ayant une valeur finie pour $x = 0$. Lorsqu'on fait x tendre vers zéro en suivant l'axe réel négatif, les termes de l'équation (a) qui contiennent $\log x$, doivent se détruire et l'on aura par conséquent

$$C_4 = e^{\mp \pi i \alpha} \frac{\Gamma(\alpha - \beta + 1)}{[\Gamma(\alpha)]^2} .$$

Si x tend vers 1, dans l'équation (b), l'intégrale y_{01} seule deviendra infinie, ce qui amène

$$C_5 = 0,$$

et à l'aide des formules

$$\mathfrak{F}(\alpha, \beta, 1, 1) = \Gamma(\alpha)\Gamma(\beta); \quad \mathfrak{F}(\alpha, \alpha, \alpha - \beta + 1, 1) = \frac{[\Gamma(\alpha)]^2}{\Gamma(\alpha - \beta)},$$

dont la dernière sera démontrée ci-après (p. 28),

$$\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)\ C_6 = \frac{[\Gamma(\alpha)]^2}{\Gamma(\alpha - \beta)}, \tag{24}$$

ou bien

$$C_6 = \frac{\Gamma(\alpha)}{\Gamma(\beta)\Gamma(\alpha - \beta)} .$$

Remarque. Si $\alpha = \beta$, l'équation (24) se trouve remplacée par la suivante:

$$\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)\ C_6 = [\Gamma(\alpha)]^2\ C_6 = [\Gamma(\alpha)]^2 .$$

4

Il faut donc, dans ce cas particulier, remplacer dans l'expression de la constante C_6 le facteur $\Gamma(\alpha - \beta)$ par l'unité.

Voici, en résumé, les relations que nous venons d'obtenir entre les intégrales particulières:

$$\begin{cases} y_{01} = \dfrac{1}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}\, y_{12}\,, \\ y_{02} = \Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)\, y_{11}\,. \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_{\infty 1} = \dfrac{\Gamma(\beta)\,\Gamma(\alpha - \beta + 1)}{\Gamma(\alpha)}\, y_{01} + e^{\mp \pi i \alpha}\, \dfrac{\Gamma(\alpha - \beta + 1)}{[\Gamma(\alpha)]^2}\, y_{02}\,, \\ y_{\infty 2} = \dfrac{\Gamma(\alpha)}{\Gamma(\beta)\,\Gamma(\alpha - \beta)}\, y_{02}\,. \end{cases}$$

Des deux dernières équations on tire

$$\begin{cases} y_{01} = \dfrac{\Gamma(\alpha)}{\Gamma(\beta)\,\Gamma(\alpha - \beta + 1)}\, y_{\infty 1} - e^{\mp \pi i \alpha}\, \dfrac{\Gamma(\alpha - \beta)}{[\Gamma(\alpha)]^2}\, y_{\infty 2}\,, \\ y_{02} = \dfrac{\Gamma(\beta)\,\Gamma(\alpha - \beta)}{\Gamma(\alpha)}\, y_{\infty 2}\,. \end{cases}$$

Si l'on donne à α, β, γ les valeurs particulières

$$\alpha = \frac{1}{2}, \qquad \beta = \frac{1}{2}, \qquad \gamma = 1\,,$$

l'équation proposée prendra la forme

$$4\,x(x - 1)\frac{d^2y}{dx^2} + 4(2\,x - 1)\frac{dy}{dx} + y = 0\,.$$

C'est là l'équation connue de Legendre. Les intégrales particulières de cette équation et les relations entre celles-ci se déduisent des formules correspondantes du cas précédent en y faisant $\alpha = \beta = \frac{1}{2}$ et ayant égard à la remarque ci-dessus (p. 25). En désignant par $\varphi(x)$ et $\chi(x)$ les séries

$$\varphi(x) = 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 x + \left(\frac{1\,.\,3}{2\,.\,4}\right)^2 x^2 + \left(\frac{1\,.\,3\,.\,5}{2\,.\,4\,.\,6}\right)^2 x^3 + \ldots + \left(\frac{1\,.\,3\,.\,5 \ldots (2n-1)}{2\,.\,4\,.\,6 \ldots \ldots \ldots 2n}\right)^2 x^n + \ldots\,.$$

$$\chi(x) = \log 2 + \left[\log 2 - \left(1 - \frac{1}{2}\right)\right]\left(\frac{1}{2}\right)^2 x + \left[\log 2 - \left(1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right)\right]\left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2 x^2 + \ldots\ldots$$

$$+ \left[\log 2 - \left(1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \ldots + \frac{1}{2n-1} - \frac{1}{2n}\right)\right]\left(\frac{1.3.5..(2n-1)}{2.4.6\ldots\ldots 2n}\right)^2 x^n + \ldots\ldots,$$

nous aurons les systèmes fondamentaux suivants:

$$\begin{cases} y_{01} = \varphi(x), \\ y_{02} = 4\chi(x) - \log x \,.\, \varphi(x). \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_{11} = \varphi(1-x), \\ y_{12} = 4\chi(1-x) - \log(1-x) \,.\, \varphi(1-x). \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_{\infty 1} = \frac{1}{\sqrt{x}}\,\varphi\left(\frac{1}{x}\right), \\ y_{\infty 2} = \frac{1}{\sqrt{x}}\left\{4\chi\left(\frac{1}{x}\right) - \log\left(\frac{1}{x}\right).\varphi\left(\frac{1}{x}\right)\right\}. \end{cases}$$

et les relations entre les intégrales deviendront, en observant que $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$,

$$\begin{cases} y_{01} = \frac{1}{\pi}\, y_{12}, \\ y_{02} = \pi\, y_{11}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_{01} = y_{\infty 1} \pm \frac{i}{\pi}\, y_{\infty 2}, \\ y_{02} = y_{\infty 2}. \end{cases}$$

La formule (23) nous donne dans ce cas particulier

$$\chi(1) = \log 2 + \left[\log 2 - \left(1 - \frac{1}{2}\right)\right]\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \ldots$$

$$+ \left[\log 2 - \left(1 - \frac{1}{2} + \ldots + \frac{1}{2n-1} - \frac{1}{2n}\right)\right]\left(\frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots\ldots\ldots 2n}\right)^2 + \ldots\ldots\ldots\ldots = \frac{\pi}{4}.$$

Les formules que nous venons d'obtenir sont, au signe double près, identiques à celles qu'a trouvé M. Genetz[1]), en traitant directement l'équation différentielle de Legendre. Cette différence provient de ce que nous avons rendu les intégrales uniformes par l'introduction des coupures de Riemann.

Au cas que nous venons de traiter on peut ramener tout autre cas où deux des nombres $1-\gamma$, $\gamma-\alpha-\beta$, $\beta-\alpha$ sont nuls et le troisième entier.

Soit maintenant $\gamma-\alpha-\beta=0$, $1-\gamma=$ un entier positif et $\beta-\alpha=$ un entier négatif. On aura les systèmes fondamentaux

$$\begin{cases} y_{01}=x^{1-\gamma}F(\alpha-\gamma+1,\beta-\gamma+1,2-\gamma,x), \\ y_{02}=\mathfrak{F}(\alpha-\gamma+1,\beta-\gamma+1,2-\gamma,x)+C(\alpha-\gamma+1,\beta-\gamma+1,2-\gamma)\log x\,.\,y_{01}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_{11}=F(\alpha,\beta,1,1-x), \\ y_{12}=\mathfrak{F}(\alpha,\beta,1,1-x)-\log(1-x)\,.\,y_{11}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_{\infty 1}=x^{-\alpha}F\left(\alpha,\alpha-\gamma+1,\alpha-\beta+1,\frac{1}{x}\right), \\ y_{\infty 2}=x^{-\beta}\mathfrak{F}\left(\alpha,\alpha-\gamma+1,\alpha-\beta+1,\frac{1}{x}\right)+C(\alpha,\alpha-\gamma+1,\alpha-\beta+1)\log\left(\frac{1}{x}\right)\cdot y_{\infty 1}. \end{cases}$$

Posons

$$y_{11}=C_1\,y_{01}+C_2\,y_{02}.$$

Si l'on fait x tour à tour tendre vers 1 et vers 0, en suivant l'axe réel, on trouve

$$C_1=0,\; C_2=\frac{1}{\mathfrak{F}(\alpha-\gamma+1,\beta-\gamma+1,2-\gamma,1)}=\frac{\Gamma(1-\gamma)}{\Gamma(1-\alpha)\,\Gamma(1-\beta)},$$

et par suite

$$\mathfrak{F}(\alpha-\gamma+1,\beta-\gamma+1,2-\gamma,1)=\frac{\Gamma(1-\alpha)\,\Gamma(1-\beta)}{\Gamma(1-\gamma)},$$

d'où il vient, en faisant la substitution $(\alpha,\beta,\gamma\mid\alpha-\gamma+1,\beta-\gamma+1,2-\gamma)$,

$$\mathfrak{F}(\alpha,\beta,\gamma,1)=\frac{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}{\Gamma(\gamma-1)},$$

---

[1]) Till teorin för de Fuchs'ska funktionerna, Helsingfors 1889.

formule qui a lieu pour $\gamma - \alpha - \beta = 0$, γ étant un nombre entier positif plus grand que l'unité, et dont nous avons déjà fait usage (p. 25).

Lorsqu'on cherche à établir la relation qui doit exister entre y_{01}, y_{02} et y_{12}, il se trouve que les expressions des constantes de cette relation contiennent la transcendante $\mathfrak{F}(\alpha, \beta, 1, 1)$, où $\alpha + \beta$ n'est pas 1, et que je n'ai pas réussi à ramener à des fonctions connues.

Cependant on peut déterminer les relations existantes entre les intégrales $y_{01}, y_{02}, y_{\infty 1}, y_{\infty 2}$, et on les obtient par un procédé tout analogue à celui dont nous avons fait usage dans un cas précédent. Nous nous contenterons de les écrire ici.

$$\begin{cases} y_{\infty 1} = \dfrac{\Gamma(1-\alpha)\,\Gamma(\alpha-\beta+1)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(2-\gamma)}\, y_{01} + e^{\mp \pi i \alpha}\dfrac{\Gamma(1-\gamma)\,\Gamma(\alpha-\beta+1)}{[\Gamma(1-\beta)]^2}\, y_{02}, \\ y_{\infty 2} = \dfrac{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(1-\gamma)}{\Gamma(1-\alpha)\,\Gamma(\alpha-\beta)}\, y_{02}. \end{cases}$$

Le signe double se détermine comme il a été dit précédemment (p. 10).

A ce dernier cas se ramène tout autre, où l'un de nombres

$$1-\gamma, \quad \gamma-\alpha-\beta, \quad \beta-\alpha$$

est nul et les deux autres entiers.

Si $\gamma - \alpha - \beta = -1$ et $\gamma > \alpha\beta$, la série $\mathfrak{F}(\alpha, \beta, \gamma, x)$ est encore convergente pour $x = 1$, comme nous l'avons démontré p. 17, et l'on obtient des formules tout à fait analogues à celles qui ont lieu pour $\gamma - \alpha - \beta = 0$. Soit par exemple $1 - \gamma = -n$, $\gamma - \alpha - \beta = -1$, $\beta - \alpha = -m$, m et n étant des nombres entiers positifs. On a alors les systèmes fondamentaux

$$\begin{cases} y_{01} = F(\alpha, \beta, \gamma, x), \\ y_{02} = x^{1-\gamma}\mathfrak{F}(\alpha, \beta, \gamma, x) + C(\alpha, \beta, \gamma)\log x \,.\, y_{01}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_{11} = F(\alpha, \beta, \alpha+\beta-\gamma+1, 1-x), \\ y_{12} = (1-x)^{\gamma-\alpha-\beta}\mathfrak{F}(\alpha, \beta, \alpha+\beta-\gamma+1, 1-x) + C(\alpha, \beta, \alpha+\beta-\gamma+1)\log(1-x)\,.\, y_{11}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_{\infty 1} = x^{-\alpha}F\left(\alpha, \alpha-\gamma+1, \alpha-\beta+1, \dfrac{1}{x}\right), \\ y_{\infty 2} = x^{-\beta}\mathfrak{F}\left(\alpha, \alpha-\gamma+1, \alpha-\beta+1, \dfrac{1}{x}\right) + C(\alpha, \alpha-\gamma+1, \alpha-\beta+1)\log\left(\dfrac{1}{x}\right).\, y_{\infty 1}. \end{cases}$$

Posons

$$(a) \qquad y_{11} = C_1 y_{01} + C_2 y_{02}.$$

En faisant dans cette équation $x = 1$, l'intégrale y_{01} seule deviendra infinie. On a, en effet,

$$\log x = \log(1 - (1 - x)) = -(1 - x) - \frac{(1 - x)^2}{2} - \ldots,$$

d'où l'on tire, en ayant égard à la formule (18),

$$\lim_{x=1} (\log x \cdot y_{01}) = - \frac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}.$$

Cela fait voir que l'intégrale y_{02} reste finie pour $x = 1$ et il en est de même de l'intégrale y_{11}. Il faut donc qu'on ait $C_1 = 0$ et par suite

$$C_2 = -\frac{1}{\mathfrak{F}(\alpha, \beta, \gamma, 1) - C(\alpha, \beta, \gamma)\dfrac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}}.$$

D'autre part, en multipliant l'équation (a) par $x^{\gamma - 1}$ et faisant ensuite x tendre vers zéro, on trouve

$$C_2 = \frac{\Gamma(\gamma - 1)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}.$$

Les deux valeurs de C_2 entraînent la relation

$$\mathfrak{F}(\alpha, \beta, \gamma, 1) = \frac{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)}{\Gamma(\gamma - 1)} + C(\alpha, \beta, \gamma)\frac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta)},$$

qui a lieu pour $\gamma - \alpha - \beta = -1$ et $\gamma > \alpha\beta$. A l'aide de celle-ci l'on obtient sans peine les équations

$$\begin{cases} y_{\infty 1} = -\dfrac{\Gamma(\beta)\,\Gamma(\alpha - \beta + 1)}{\Gamma(\gamma)\,\Gamma(\alpha - \gamma + 1)}\, y_{01} + e^{\mp \pi i\alpha \pm \pi i(\gamma - 1)}\dfrac{\Gamma(\alpha - \beta + 1)\,\Gamma(\gamma - 1)}{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\gamma - \beta)}\, y_{02}, \\[2ex] y_{\infty 2} = \dfrac{\Gamma(\gamma - 1)\,\Gamma(\alpha - \gamma + 1)}{\Gamma(\beta)\,\Gamma(\alpha - \beta)}\, y_{02}. \end{cases}$$

Enfin, dans le cas où tous les nombres $1-\gamma, \gamma-\alpha-\beta, \beta-\alpha$ sont entiers et différents à la fois de 0 et de -1, les constantes qui figurent dans les relations entre les intégrales, contiendront des transcendantes de la forme

$$\mathfrak{F}(\alpha', \beta', \gamma', 1),$$

où $\gamma'-\alpha'-\beta'$ n'est ni 0 ni -1, et qu'il paraît difficile d'exprimer par des fonctions connues.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.

TOM. XIX. № 2.

EINE ILLUSTRIERTE

KLIMAX-HANDSCHRIFT

DER

VATIKANISCHEN BIBLIOTHEK

VON

J. J. TIKKANEN.

Der Zufall führte mich im April 1888 zu der Entdeckung einer illustrierten griechischen Klimax-Handschrift, welche, wie es scheint, frühern Kunstforschern unbekannt geblieben ist. Sie ist unter Nr. 1754 (Cod. gr.) in der vatikanischen Bibliothek aufbewahrt und bildet einen Band von 195 fol., die Grösse 21×16 cm. Die Schrift, sowie die künstlerische Ausschmückung deutet auf das XI. od. XII. Jahrh. als Entstehungszeit hin. Die zahlreichen Miniaturen besitzen gewiss Interesse genug, um die Aufmerksamkeit der Specialisten zu verdienen.

Vom Verfasser und seinem Werke giebt *Oudinus* *) folgende Nachrichten: *Joannes Scholasticus* oder *Climacus* lebte bis um 580. Er war Mönch und berühmt als einer der ersten Asketen seiner Zeit. Er starb fast hundertjährig auf dem Berge Sinai, dessen Kloster er als Abt mit grosser Weisheit vorstand. Der Nachwelt ist er in erster Linie durch seine moralische Erbauungsschrift, die Klimax oder „Paradiesleiter" bekannt, welche eine solche Beliebtheit und eine so weite Verbreitung gewann, dass sie noch zu den allgemeinsten griechischen Handschriften zählt, mehrfach durch den Druck veröffentlicht und in mehrere Sprachen übersetzt ist. **) Der Mönch Daniel vom Kloster Rhaithos beschrieb das Leben des Johannes Klimakos, welches auch dem hier behandelten, vatikanischen Codex beigegeben ist.

Der Name „Paradiesleiter" bezeichnet den Inhalt des Werkes, welches in dreissig Kapiteln, die christlichen Tugenden und Laster behandelnd, den Leser durch eine mönchische Askese zum Paradiese hinzuführen sich bemüht. Ein Werk, welches so sehr der mönchischen Auffassung besonders im Orient

---

*) Cas. Oudini Commentarius de scriptoribus ecclesiae antiquis (Frankf. a. m., 1722), Tom. I, S. 1438.

**) S. S. F. W. *Hoffmann's* Bibliographisches Lexicon der gesamten Litteratur der Griechen, 2. T., Leipzig 1839, S. 429 ff.

entsprach, lockte selbstverständlich zur bildlichen Ausschmückung, zumal die eigentlichen Bücher-Illustratoren im byzantinischen Reiche in den Klöstern zu finden waren. Wahrscheinlich sind noch etliche von diesen mit Miniaturen ausgestatteten Klimax-Handschriften vorhanden, obschon ich nur von wenigen Nachricht habe.

Die älteste, zugleich die interessanteste und bekannteste von diesen (aus dem XI. Jahrh.) befindet sich, so wie die unten näher in Betracht kommende, in der vatikanischen Bibliothek, Nr. 394*). Was hier vor allem auffällt ist die Art und Weise, wie Personificationen überall in den allegorischen Verlauf einspielen. Die Tugenden, welche die Mönche bei dem schwierigen Ersteigen der Paradiesleiter unterstützen und die Laster, welche dieselben herunterzuziehen suchen, sind nackte oder in ideale Tracht gekleidete Figuren, bisweilen von nicht geringer Schönheit. Es ist dies eine ursprünglich antike Sitte, die in der byzantinischen Kunst gar oft zur Anwendung kommt — ich brauche nur an den berühmten Pariser Psalter Nr. 139 (X. Jahrh.) zu erinnern; aber so reichlich doch sonst nirgends wie in der vatikanischen Klimax. Die Personification des menschlichen Lebens (ὁ βίος) ist sogar einfach den bekannten spätrömischen Allegorien des glücklichen Augenblickes entlehnt**). Dabei kommen aber auch realistische Illustrationen, Scenen aus einem hyperasketischen Mönchsleben vor. Der Verfasser, Johannes Klimakos selbst, kehrt, seine Mönche ermahnend und belehrend, immer und immer am Anfang fast jedes Kapitels in grosser Einförmigkeit wieder. Er zeigt dabei mit der Hand auf die betreffenden Tugenden oder Laster oder auf ein entsprechendes aus dem Leben geholtes Beispiel.

Durch die Zierlichkeit ihrer Ausführung regen diese Miniaturen unsere Bewunderung an. Noch bei der kleinsten Reduction behalten alle Einzelheiten die vollkommene Klarheit und Genauigkeit, zeigen aber dabei auch die trockene Zeichnung, worin die byzantinische Kunst so leicht erstarrt. Die Farben sind glänzend, die Carnation meistens warm mit braunen und rötlichen Schatten. Auch die einförmige Farbe der Mönchstrachten hat der Maler geschickt zu varieren verstanden.

---

*) *d'Agincourt* giebt in seinem grossen Album zur Kunstgeschichte, Malerei, Taf. LII, einige von diesen Miniaturen wieder.

**) Dass in der That diese heidnische Allegorie den spätern Byzantinern bekannt war, beweist ein Relief aus dem Jahre 1008 in Torcello (s. die Abb. in *Cattaneo's* „L'Architettura in Italia dal secolo VI al mille circa", Venezia 1889, S. 287).

Man kann also dem Illustrator keineswegs künstlerische Qualitäten absprechen. Indessen ist, trotz dem äussern Reichtum, der Haupteindruck seiner Arbeit der einer kläglichen Armut der Phantasie. Alles kommt wie aus einer Maschine hervor. Auch in den mönchischen Illustrationen zu dem griechischen Psalter macht sich ja eine vollkommen abstrakte Gedankenrichtung geltend. Aber wie ganz anders reich, frisch und poëtisch sind nicht diese Illustrationen erfunden, obschon sie in den meisten Fällen in der technischen Ausführung weit hinter den Miniaturen der vatikanischen Klimax stehen! *)

Kondakoff giebt in seiner „Reise auf den Sinai" (russisch) **) von einem Klimax-Codex (XII. Jahrh.) in der Bibliothek des Sinai-Klosters (Nr. 418) Bericht. „Zwei Anfangsminiaturen stellen ein Kreuz dar, welches von den vier symbolischen Tieren umgeben ist, und Christus, welcher das Buch vom Abt Johann in Empfang nimmt. Ausser den üblichen Scenen des Schreibens, der Übersendung der Sendschreiben und lehrhaften Gesprächen, welche in einem süsslichen Tone ausgeführt sind, stellen die Miniaturen die Grossthaten der Askese folgendermassen dar: Im Kapitel *ἐπὶ ἀπροσπαθείας* ist ein Greis dargestellt, welcher, sich abwendend, seine Kleider Armen giebt; *ἐπὶ ἐνυπνίων ἐπακόλου* — er rettet sich (oder: er thut Busse) und zwei Dämonen versuchen ihn auf seinem Lager etc. — *ἐπὶ μνήμης θανάτου* — der Greis steht vor einem Sarge mit vier toten Jünglingen (eine Anspielung auf die gleichzeitige Legende von Makarius und den Toten). Viele Miniaturen zeigen Versuche zum Realismus überzugehen, aber die Composition verrät Ideenarmut und dürftige Anlehnung an den Buchstaben. So sehen wir, wie vor einem Regenten in einem quadrierten Talar, die Diener seine Magnaten schlagen (*μνησικακία*), oder wie ein Magnat in blauem Talar vor einem Kasten sitzt, seine Diener aber die Bettler fortjagen, während der Ackersmann ihnen sein Korn giebt (*φιλαργυρία*); ein Unvernünftiger schmaust, ringsherum aber wütet, die Pest, und die Erde ist bereits mit Verstorbenen bedeckt. Die Tugenden und die Laster erscheinen nicht mehr in Gestalt antiker Personificationen, sind vielmehr in den Handlungen selbst vorgestellt" u. s. w. „In solcher Weise," setzt der russische Verfasser fort, „beraubt der grobe und langweilige Realismus dieser Redaction dieselbe der früheren antiken Schönheiten und nähert die Darstellung der asketischen Thaten der Wirklichkeit; doch bringt dieser Realismus, infolge des dürftigen Inhaltes, keinerlei Erneuerung in die Malerei. Und wenn es darauf ankäme, in der byzantinischen Malerei auf die Quellen

---

*) S. *Kondakoff:* Hist. de l'art byzantin, T. I, Kap. 5.

**) Ich habe für die Übersetzung der betreffenden Stelle Prof. *E. Dobbert* in Berlin zu danken.

jenes tötenden Princips hinzuweisen, welches dieselbe in der Epoche des Kunstverfalls zu charakterisieren beginnt, so müssten dieselben (die Quellen) vor allem in dieser asketisch-didaktischen Richtung gesucht werden.“

Ich habe diese Beschreibung abgedruckt, da das Buch des berühmten Kenners der byzantinischen Kunst noch keinen Übersetzer gefunden hat und die Handschrift selbst, als in dem weit entlegenen Kloster befindlich, somit der Forschung fast entzogen ist.

Aus dieser Beschreibung geht hervor, dass die Miniaturen des Sinai-Codex mit jenen der vatikanischen Handschrift Nr. 394 wenig Gemeinsames haben. Auch die Illustrationen des von mir gefundenen Manuscripts zeigen im allgemeinen wieder eine ganz neue Erfindung. Es scheint also, als wäre für die Ausschmückung der „Klimax“ keine feste Bilderredaction oder Miniaturserie vorhanden, welche die illustrierenden Maler, wie es für den Psalter der Fall war, nur einfach reproducierten. Dass jedoch auch in den Klimax-Illustrationen eine Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Handschriften in gewissen Fällen stattfindet, wird aus dem Folgenden hervorgehen.

Gehen wir jetzt zu einer Betrachtung der vatikanischen Klimax-Handschrift Nr. 1754 über.

Auf fol. 1 v:o findet man so zu sagen ein illustriertes Inhaltsverzeichnis, d. h. ein mikroskopisches Bildchen (die Figuren messen nur 12 mm in der Höhe) zu jeder der dreissig Rubriken des *πίναξ*. Diese sind alle zwischen den Quersprossen einer Leiter eingefügt, welche jedoch infolge des mangelnden Raumes hufeisenförmig über die Seite gebogen ist. Oben in der Mitte sitzt Christus, wie beim jüngsten Gericht, mit seitwärts gestreckten Händen. Wir nennen unter diesen dreissig Scenen nur einige als Beispiele. Sie zeigen dieselbe Einförmigkeit der Erfindung, wie die byzantinischen Klimax-Illustrationen überhaupt, sind aber mit solcher Sicherheit gezeichnet, dass sie die Deutlichkeit von grösseren Miniaturen bis in die kleinsten Einzelheiten besitzen. Sogar die Gesichtszüge sind vollkommen sichtbar. Nur sind die Köpfe und Hände unmässig gross ausgefallen.

α' περὶ ἀναχωρήσεως καὶ ἀποταγῆς τοῦ βίου (über die Entsagung und Aufgebung des Lebens): ein Engel zeigt Christus einem Knaben. Dasselbe Motiv findet man auch unter den Miniaturen des volkstümlichen Psalters (z. B. Psalter Barberini, III, 91, fol. 12 v:o, zu 9 Ps., 18: „Denn er wird des Armen nicht ganz vergessen“). Der zu Grunde liegende Gedanke ist hier jedoch, der Beischrift zufolge, ein anderer. Der Himmel ist die Belohnung für die Entsagung der Welt. — Auf fol. 7 v:o illustriert Nr. 394 das Kapitel in einer Weise, welche gleich ihre allegorische Tendenz klarlegt. Ein Mönch

beginnt seine Lebenswanderung zwischen ὁ βίος und ἡ ἀπροσπάθεια (der Schuldlosigkeit). Oben erscheint Gott der Vater mit dem Christkinde auf dem Schosse.

γ' περὶ ξενιτείας καὶ ἐνυπνία (über das Wachen und den Traum): ein schlafender und ein davon wandernder Mönch. Der letztere stützt sich auf einen Stock und trägt einen Korb. Hier zeigt sich eine Übereinstimmung mit der entsprechenden Miniatur der beiden oben erwähnten Klimax-Handschriften (der vatikanischen und der sinaitischen) nur dass der Mönch in diesen Bildern sich dem Schlafenden nähert, statt sich von ihm zu entfernen. Im vatik. Codex (fol. 17 v:o) zeigt die ξενιτεία dem wachenden Mönche den schlafenden, welcher von zwei Dämonen versucht wird*) — das letztgenannte Motiv ist (wie aus dem Bericht Kondakoffs hervorgeht) auch dem Codex des Sinai-Klosters nicht fremd (hier jedoch in einem anderen Zusammenhange).

Eine Ähnlichkeit zeigt auch die Illustration zu ϛ' περὶ μνήμης θανάτου. ein Mönch steht trauernd bei einem Grabe (vergl. die Beschreib. Kondakoffs): Im Codex Nr. 394 ist die betreffende Miniatur gar nicht ausgeführt (fol. 51).

ζ' πένθος (Trauer, d. h. die reinigende Trauer; im Inhalte heisst es περὶ τοῦ καθαρσίου πένθους): ein trauernd dasitzender Mönch.

ιά σιωπή (Stillschweigen): wieder nur ein sitzender Mönch; ἡ σιωπή ist in Nr. 394 (fol. 53 v:o) ein Mädchen in antikisierender Tracht, welches auf ihren Mund zeigt.

ιγ' ἀκηδία (Leichtsinn): ein kleiner Teufel zielt mit seinem Bogen auf einen sitzenden Mönch. Ganz dieselbe Darstellung wird auch für ὑπερηφανία (Hochmut, Fig. 1**) benützt. — Nr. 394, fol. 71 v:o: ἡ ἀκηδία hängt beim Fusse des auf der Leiter stehenden Mönches fest, liegt aber gleich dabei besiegt bei den Füssen des Abtes Johannes.

ιδ' γαστριμαργία (Unenthaltsamkeit): ein Mönch sitzt an einem Tische und trinkt aus einem Becher, bei ihm eine Kochmaschine, auf einem gemauerten Herde.

ιέ πορνεία (Unzucht): ein Teufel schiesst auf ein Weib, welches vor einem stehenden Mönche kniet; dieser nimmt sie an der Hand.

ιϛ' φιλαργυρία (Habgier): ein Mönch sitzt vor einem vom Himmel angezündeten Feuer, in welchem ein (sein?) Leichnam zu brennen scheint. — Ganz anders ist dieses Laster in der Sinai-Handschrift geschildert (vergl. die Beschr. Kondakoffs).

---

*) S. *d'Agincourt*, Taf. LII.

**) In Nr. 394 ist der Hochmut, bezeichnend genug, mit Flügeln versehen. Er führt gemeinschaftlich mit der κενοδοξία dem Abte Johannes seinen Abkömmling, den Teufel βλασφημία (die Gotteslästerung) vor.

Die meisten von diesen Inhaltsillustrationen sind äusserst bedeutungslos. So ist die Reue durch einen in seiner Zelle mit der Hand über den Bart meditierend sitzenden Mönch dargestellt, der Lobgesang (*περὶ ψαλμῳδίας τῆς ἐν συνόδῳ*) durch Mönche, welche ihre Hände gegen Christus strecken, die Anspruchslosigkeit und die Gefühllosigkeit durch Engel, welche dem Mönche das Labarum (Fig. 1), der Gehorsam und die Liebe wieder durch Engel, welche ihm eine Krone darreichen, die Lüge durch einen sitzenden, die Sanftmut durch einen stehenden Mönch, die falsche Lehre (*κενοδοξία*) durch einen alten Mönch, der einen jüngeren belehrt, die Armut durch einen alten Mönch in der Adorantenstellung u. s. w. Die künstlerische Erfindung zur Versinnlichung der Ideen des Verfassers ist somit sehr dürftig, sogar für die byzantinische Kunst. Man muss aber dabei auch an das mikroskopische Format dieser Bilder denken.


Fig. 1.

Auf fol. 2 v:o haben wir hingegen eine Miniatur, welche die ganze Seite ausfüllt. Es ist dies die eigentliche Darstellung der Himmelsleiter, die einzige unter den Illustrationen der Klimax, welche in der byzantinischen Kunst zu einer typischen Bedeutung gelangte. Und nicht nur in der byzantinischen; in dem leider 1870 untergegangenen „Hortus deliciarum“ der Herrad v. Landsperg (zweite Hälfte des XII. Jahrh.) war das Motiv aufgenommen*), nach Kondakoff noch in viele andere lateinische Handschriften. *E. Frantz* zufolge (Gesch. der christl. Malerei, S. 363) ist die Himmelsleiter ein sehr beliebter Gegenstand der griechischen Wandmalerei — in der That giebt das Malerbuch vom Berge Athos dazu eine genaue Beschreibung (S. 379). Unter den griechischen Miniaturen kommt diese Darstellung nicht selten vor. *Bordier* annotiert sie aus drei Pariser Handschriften: Coisl. 265 (v. J. 1037), Nr. 1069 (er bemerkt hier nur „Echelle, avec l'âme hum. au sommet;“ das Bild scheint sich also von dem reich entwickelten Haupttypus zu entfernen) und Nr. 1158 (fol. 256 v:o, das Bild gänzlich verwischt). Kondakoff giebt noch Nr. 207 aus der Wiener Bibl. an („bei Lambec Cat. IV, 421“). Selbst habe ich das Motiv in drei vatikanischen Handschriften gefunden, näml. Nr. 394, fol. a v:o, Nr. 1927 (Psalter aus dem XIII. Jahrh.), fol. 218 r:o und in der Klimax 1754.

Wir werden uns hauptsächlich zu der letztgenannten Darstellung halten. Eine grosse Leiter reicht bis zum Himmel und mehrere Mönche (im Hortus

---

*) Abgeb. bei *Chr. M. Engelhardt:* Herrad v. Landsperg. Atlas.

deliciarum sind darunter auch Laien) steigen hinauf. Oben im Himmel erscheint ein Engel, welcher dem zuerst angelangten Mönche eine Krone reicht (das Malerbuch will hier Christus selbst gemalt wissen, dieser soll dem Mönche einen Kranz geben*); in Nr. 394 u. 1927 finden wir in der That hier den Heiland, im ersteren Falle mit der Gottesgebärerin bei seiner Seite). Eine Menge von fliegenden Teufeln suchen mit ihren Feuergabeln die Aufsteigenden herunterzureissen, was auch mit drei unter diesen gelingt. Der eine fällt gerade in den Rachen eines aus einer Höhle hervortauchenden Untierkopfes, „des alles verschlingenden Hades“ (Malerbuch) — dieses Motiv auch in Nr. 1927 (fehlt in Nr. 394). Auf dem Boden steht Johannes Klimakos selbst die Aufsteigenden emsig vermahnend. Beim Fusse der Leiter ein Knabe, welcher bedenksam den Finger an die Stirn legt,**) während ein Teufel ihn vom Mantel zurückhält, u. s. w.

Fol. 2 v:o. Der bei seinem Pulte schreibende Johannes Klimakos. — Auch in Nr. 394 (fol. 6 v:o) und im Sinai-Codex (nach Kondakoff) haben wir entsprechende Darstellungen.

Fol. 3 r:o. Der Triumph des Johannes Klimakos; das Bild ist nach dem gewöhnlichen Schema für solche Apotheose componiert. In der Mitte und von huldigenden Mönchen (u. a. Fig. 2) umgeben steht der Verfasser aufrecht auf einem Fussschemel und hebt die Rechte zum Segen mit einer Gebärde, welche (mit Weglassen des Speeres oder Labarums) irgend einer Kaiserfigur in ähnlicher Situation entlehnt ist.


Fig. 2.

Haben wir in den vorher beschriebenen Bildern nur einzelne Züge angetroffen, welche an anderweitige Klimaxminiaturen erinnern, so folgt nun eine Reihe von dreissig grossen Illustrationen, welche ein noch eigenartigeres Gepräge tragen. Zwar lassen sich auch hier gewisse Übereinstimmungen mit Nr. 394 nachweisen; sie sind aber inhaltlicher Art und lassen sich durch den gemeinsamen Text erklären. Sucht der Illustrator der letztgenannten Handschrift durch Allegorisieren dem moralisch abstrakten Inhalte des Textes eine künstlerisch anziehende Hülle zu geben, so bemüht sich sein Handwerksgenoss in Nr. 1754 nur durch einen wortgetreuen und grobsinnigen Realismus die engherzigen Lehren des Verfassers zu verkörpern. Und dies ist ihm auch in einem sehr abstossenden Grade gelun-

*) Inschrift: „Kommet zu mir alle, die ihr arbeitet“ etc. (Matth., 11, 28).
**) Dieselbe Gebärde auch in Nr. 1927.

gen. Durch diese, übrigens äusserst einförmigen Miniaturen wird das Elend des asketischen Lebens verherrlicht. Es ist die Erbärmlichkeit, die Jämmerlichkeit — zum Ideale erhöht. Nirgends in der That habe ich diese Mönchmoral, welche die Sünde durch das Fliehen vor Versuchung zu besiegen lehrt, welche das bis zum Stumpfsinn getriebene, selbstquälerische Grübeln und die Penitenz an die Stelle der Arbeit und des frischen Handelns setzt, welche die Erde zu einer Hölle verwandelt, um den Himmel damit zu verdienen, kurz diese negative Moral habe ich sonst nirgends mit ähnlicher Ostentation auftreten sehen. Die forcierte Stimmung sucht sich in einer Reihe von höchst eigentümlichen Gebärden und Mienen Ausdruck. Dies ist um so bemerkenswerter, als ein eigentliches Mienenspiel in byzantinischen Bildern bekanntlich nur selten vorkommt.

Fol. 3 v:o. Der heil. Abt scheint seine Mönche zu ermahnen. Drei unter diesen legen die Hand über das Kinn (Fig. 3) in vollkommen derselben Weise, wie die beschnittenen Juden in der alten, vatikanischen Josua-rolle (s. *Garrucci:* Storia della arte crist., B. III, Taf. 159). Es ist eine von den vielen Gebärden für Schmerz in der byzantinischen Kunst.

Fig. 3.

Diese sowie die folgenden Miniaturen sind von teilweise versifierten Inschriften begleitet, von welchen ich nur wenige als Beispiele anzuführen brauche*).

Zu fol. 3 v:o: *κανὼν κατανυκτικὸς τῶν [ἱερῶν] διαλαμψάντων* (cod.: *διαλαμβαν͡ τ͡*) *ἐν τῇ κλίμακι ἁγίων καταδίκων.* *οὗ ἡ* (sic!) *ἀκροστι$^{\chi'}$: πεν$^{\vartheta'}$ ἐναργοῦς καὶ μετανοίας τύπος.*

„Zernagende Vorschrift deren, welche sich auf der Leiter der heil. Verurteilten (Märtyrer) ausgezeichnet haben. Deren Akrostichon: Vorbild der deutlichen Sorge und Besserung.“

ᾠδὴ α' Η$^{\chi}$πδ ὑγρὰν διοδεύσας
πάντες οἱ γνησίαν καὶ ἐκ ψυχῆς| καὶ δεκτὴν κυρίῳ [ἐκ]ζητοῦντες ἐπιστροφήν.| δεῦτε καὶ μιμήσασθε προθύμους.| ἰδοῦ γὰρ πρόκειται τύπος σωτήριος.

„Lied I. Das Nasse hat er durchwandert.
Alle, welche eine echte und aus dem Herzen gehende und dem Herren gefällige Bekehrung suchen, hierher und ahmet dem Bereitwilligen nach! Siehe, ein rettendes Vorbild liegt vor!“

---

*) Für das Ausschreiben und die Übersetzung des griechischen Textes bin ich Herrn Prof. Dr. I. A. Heikel in Helsingfors dankbar.

ὁ ἅγιος Ἰωάννης ὁ τῆς κλίμακος, πάντας τοὺς βουλομένους προτρέπων εἰς μετάνοιαν καὶ ὑφηγούμενος τὰ τῶν ἁγίων καταδίκων.

„Der heil. Johannes Klimakos alle die, welche es wollen, zur Besserung ermunternd und zum Leben der heil. Märtyrer anleitend.“

Fol. 4 r:o. Die Mönche stehen jetzt allein. Die tiefste Erschöpfung spricht aus ihren Stellungen und Gebärden. Ein alter Mann mit gesenktem Kopfe legt trauernd die Hand über den Mund. Zwei andere scheinen stehend und nur gegen ihre Stöcke gelehnt zu schlafen (Fig. 4). Noch andere stehen mit geschlossenen Augen; ein Mönch zeigt auf seine Augen.

ἐστράφη εἰς πένθος ἡ χαρμονή | ὑπνώσαμεν ὕπνον [οἱ] ταλαίπωροι [τὸν] βαρύν. | νῦν οὖν γρηγορήσωμεν συντόνως | καὶ μετανοίας καρποὺς ἐνδειξώμεθα.

„Die Freude wurde in Sorge verwandelt. Wir Mühseligen schliefen einen schweren Schlaf. Jetzt also wollen wir angespannt wachen und die Früchte der Besserung zeigen.“

Die zum Teil verwischte Erklärung zum Bilde bezeugt, dass „diese stehen die ganze Nacht bis zur Morgendämmerung unter freiem Himmel mit den Füssen unbewegt und vom Schlafe zerbrochen“, u. s. w.



Fig. 4.

Fol. 4 v:o. Eine Gruppe von Mönchen; den drei ersten scheinen die traditionellen Züge der drei grossen griechischen Bischöfe Basilius, Johannes Chrysostomos und Gregorius von Nazianz gegeben zu sein. Sie heben die Hände gegen die im Himmel erscheinende Hand Gottes.

Die Beischrift: „Von der Waffe des Bösen gestochen, aus Unaufmerksamkeit vom Verderben umhüllt und von deinem Antlitze entfernt, wie wir es sind, verachte uns nicht, Vielerbarmende!“

„Diese blicken jämmerlich zum Himmel und rufen mit Wehklagen die dortige Hülfe herbei.“

Fol. 5 r:o. Die Gottesmutter ruft die göttliche Hand an; hinter ihr eine Reihe von Mönchen, welche sich tief verneigen, zugleich sich um die Handwurzel hinter dem Rücken fassen (dieselbe eigentümliche Handstellung auch in Nr. 394, fol. 41 r:o); die Erklärung giebt die Beischrift.

„Mein Gott und Sohn und Schöpfer, schaue zu der Bosheit der elenden Flehenden; wie sie sich dazu durch Unverstand schuldig gemacht haben, so verurteilen sie, verständig geworden, sich jetzt.“

„Diese stehen wie Verurteilte mit den Händen auf den Rücken gebunden in Gebet, mit den Augen auf die Erde gerichtet und sich selbst der oberen Luft unwürdig haltend, und nicht einmal zum Gebet etwas zu sagen wagend. Für sie betet die Gottesmutter.“



Fig. 5.

Fol. 5 v:o: Die Mönche sitzen klagend und trauernd auf der Erde. Einer unter ihnen legt die Hand über den Mund, ein anderer verbirgt sein Antlitz in die Hände. Ein Mönch mit Kapuze zieht das Haupt zwischen die Schultern; der traurige Ausdruck ist durch das Aufziehen der Mundwinkel als ein widerwärtiges Grinsen ausgefallen. (Fig. 5).

Nach einem Liede, welches wir übergehen können, folgt die Beischrift: „Diese sitzen auf dem Boden mit Asche und Sack unter sich gebreitet, weinend und zu Gott eifrig betend.“

Fol. 6 r:o: Die Gottesmutter in Halbfigur im Himmel streckt die Hand gegen einige verzweifelte Mönche.*) Sie verbergen das Gesicht mit den Händen und reiben sich heftig Haar und Bart. Der Ausdruck ist leidenschaftlich und verwildert (Fig. 6).



Fig. 6.

Die Beischrift: „Ihr, die Ihr durch Eure Gedanken von der wahren Kenntnis jämmerlich abgeirrt seid, verzweifelt nicht, sondern kehret Euch hierher, und eifrig Gott anrufend werdet Ihr Vergebung der Vergehungen gewinnen.“

*) Die Farben ihrer Kleider sind, a: blauschwarzer Mantel auf mit dunklem Ocker gefärbtem Unterkleide; c: rotbraun auf mattem Blau; e: Purpur auf klarem Ocker; f: dunkler Ocker auf Rosa; h: Dunkelblau auf mattem Ocker; i: Blau-violett auf dunklem Ocker.

„Diese triefen vor Thränen und schlagen sich. Dieselben ermahnt die Gottesmutter nicht zu verzweifeln, sondern durch Hoffnung auf Gott sich Mitleid zu erwerben.“

Der Jammer und das Wehklagen setzt sich jedoch ununterbrochen fort. Auf fol. 6 v:o legen die Mönche die Hände über das ganze Gesicht, über die Augen, den Mund oder den Bart; auf fol. 7 r:o strecken sie auf eigentümliche Weise die Hände abwärts vor sich hin. Die Beischrift zur letztgenannten Miniatur bezeugt, dass sie den Mund zu klagen verhindern und nur im Herzen jammern; nur bisweilen bricht ein Schrei hervor. Fol. 7 v:o führt sie uns wieder auf dem Boden sitzend vor, wie die Beischrift angiebt „voll von Gedanken, fortwährend den Kopf schüttelnd, wehklagend von Herzens Grund“. Auf fol. 8 r:o offenbart sich ihnen aufs neue die Gottesmutter, aber so geht das Jammern wieder los, ärger als vorher. Die Mönche sitzen wunderlich zusammengekrochen, mit dem Kopfe zwischen den Knieen (Fig. 7; fol. 8 v:o) oder sie liegen auf dem Gesicht und stossen die Stirn gegen den Boden (fol. 9 r:o; ein paar entsprechende Figuren in Nr. 394, fol. 41 v:o). Zu den stehenden Mönchen auf fol. 9 v:o bemerkt die Beischrift, dass sie voll von Brauschen sind und sich nicht um ihre Körper kümmern. Einer von ihnen steht gegen seinen in die Armhöhle gesteckten Stock gelehnt — eine in der antiken Kunst oft benützte, besonders für Herkules und Aeskulap charakterische Stellung, welche ich sonst nie in der christlich-griechischen Kunst gefunden habe*).



Fig. 7.

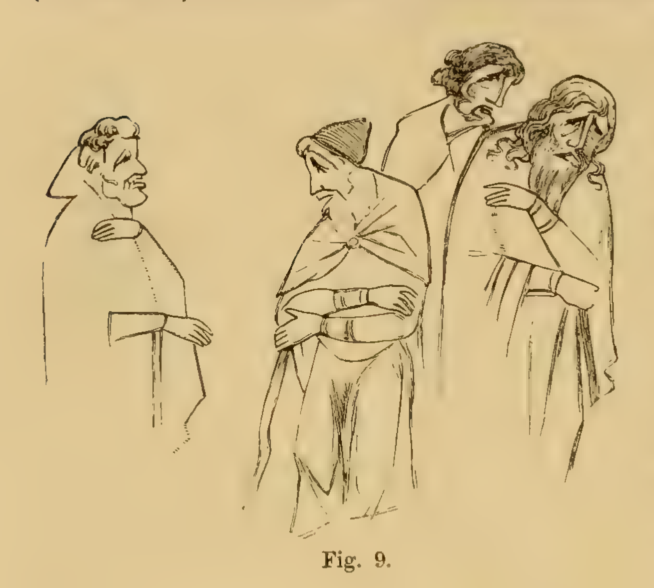
Mit den Händen aufs neue (wie auf fol. 5 r:o) gebunden, mit nackten Füssen und unvollständig bekleidet (die Beischrift sagt sogar einfach „nackt“), stehen sie auf fol. 10 r:o „mutlos“ vor der im Himmel erscheinenden Gottesmutter und „wagen kaum zu ihr aufzuschauen“. Fol. 10 v:o, „sie essen Asche anstatt Brot und mischen ihren Wassertrank mit Thränen“; drei von den fünf Mönchen scheinen aus Bechern zu trinken (eine entsprechende Miniatur in Nr. 394, fol. 43 v:o). Auf fol. 11 r:o sind sie nur in kurze Hemden gekleidet und gerippenhaft abgemagert (Fig. 8); die Beischrift sagt: „die Beine sind bei dem Fleische festgeleimt; sie sind trocken wie Heu, vor Sorge erschöpft“!



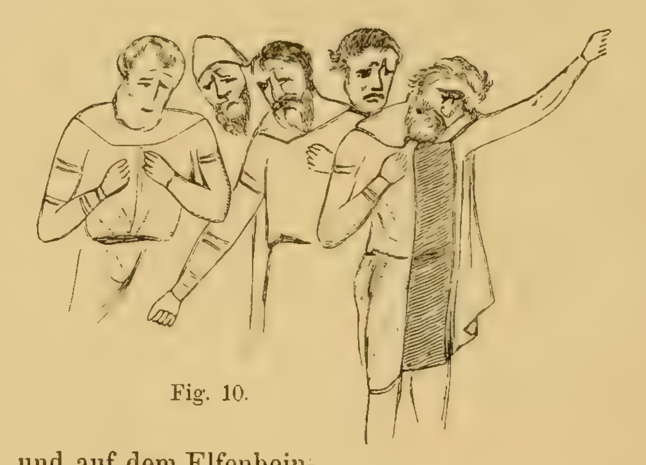
Fig. 8.

*) Tritt wieder ebenso sporadisch in der italienischen Kunst auf (z. B. bei *Giotto*, S. Maria dell' Arena in Padua, *Piero della Francesca* in Arezzo und *Benozzo Gozzoli* in Pal. Riccardi, Florenz).

Zu diesem Bilde findet man wieder eine entsprechende Miniatur in Nr. 394 (fol. 45 r:o); doch ist die Übereinstimmung auch hier kaum grösser als dass sie durch den gemeinsamen Text erklärt werden kann.


Fig. 9.

Fol. 11 v:o: Fünf Mönche stehen mit wahnsinnigen Mienen da (Fig. 9), „sich durch Hitze plagend; sie strecken die brennende Zunge aus dem Munde". Man kann hier wenigstens nicht von der Ausdruckslosigkeit der byzantinischen Kunst sprechen. Zwei von den Mönchen haben ganz blaues Haar, vier haben die Füsse und Schienbeine nackt. Auf fol. 12 r:o suchen sie durch Faustschläge gegen die Brust „das Leben wieder zu gewinnen" (Fig. 10). Danach, fol. 12 v:o, liegen sie wieder „trostlos" auf der Erde, „den Boden mit ihren Thränen netzend". Nachdem sie auf fol. 13 r:o die Hände leidenschaftlich gegen die Gottesmutter gestreckt, „prüfen sie sich, zitternd, durch Kälte" (fol. 13 v:o). Schlecht gekleidet kreuzen sie ganz ausdrucksvoll die Hände über die Brust — man findet ähnliche Gebärden in den byzantinischen Darstellungen des Martyriums der vierzig Heiligen (z. B. Miniaturen in dem Monologium der Synodalbibl. in Moskau, in dem Psalter des britischen Museums von J. 1066 und auf dem Elfenbeinrelief des alten Museums in Berlin,*) alle aus dem XI. Jahrh. — zum Vergleich erinnere man sich des jungen, nackten Täuflinges in den Fresken Masaccios, del Carmine in Florenz).


Fig. 10.

*) Abgeb. in der „Beschr. der Bildwerke der christl. Epoche" der königl. Museen zu Berlin bearbeitet von Wilh. *Bode* u. Hugo *v. Tschudi*. Taf. LVII.

Nach vier Miniaturen, welche schon erwähnte Motive einförmig variieren, folgen ein paar Trauerscenen bei dem Sterbebette zweier Mönche (fol. 16 r:o u. 16 v:o)*). Besonders die letztere schliesst sich dem bekannten Typus an, welcher für den Tod Marias immer und immer wieder benützt und aus der byzantinischen Kunst von der italienischen des XIV. und XV. Jahrh. aufgenommen wurde. Auch hier ist aber der schmerzhafte Ausdruck zur Spitze getrieben. Zwei von den Anwesenden neigen sich über den Gestorbenen nieder, einer führt die Hand bedenksam zum Munde,**) ein dritter hat die beiden Hände über die Krücke seines Stockes gelegt (eine Stellung, die man bisweilen bei Pädagogen in spätantiken Bildern antrifft und welche für den älteren Hirten in byzantinischen Darstellungen der Geburt Jesu typisch ist).

Fol. 17 r:o: die Gottesmutter spricht zu fünf Mönchen, welche, trotzdem dass der Künstler ihnen nur sieben Beine gegönnt, „froh zu ihr aufschauen, von ihr frohe Nachrichten empfangend". Leidenschaftlich strecken sie aber ihre Hände gegen den endlich auf fol. 17 v:o sich offenbarenden Christus. Hier, wie in dem folgenden Bilde (fol. 18 r:o), wo Christus die Mönche durch die von einem Cherubim verteidigte Paradiesthür einzutreten einladet, zeigt er eine Lebendigkeit, welche ihm in byzantinischen Bildern sonst bei ähnlichen Gelegenheiten (da er im Himmel erscheint) nur selten zukommt. Auf fol. 18 v:o befinden sich die Mönche glücklich auf der Paradiesseite der Thür und strecken ihre Hände anbetend gegen Christus. Aber erst im letzten Bilde, fol. 19 r:o, sind sie wieder vollständig gekleidet, und stehen in ruhiger Seligkeit, die Hände über der Brust gekreuzt. An ihrer Spitze steht die Gottesmutter, die göttliche Hand am Himmel anbetend: „die Gottesmutter dankt dem Sohn für die Rettung derselben".

Obschon dem Künstler keineswegs Geschicktheit, Sicherheit und männliche Kraft abzusprechen ist, stehen diese Miniaturen stilistisch gewiss denjenigen der Nr. 394 nach. Sie sind jedenfalls mit weit geringerer Sorgfalt und Zierlichkeit ausgeführt. Auch kommen arge Proportionsfehler vor; so sind die Beine und Füsse, wie so oft in der byzantinischen Kunst, bisweilen bis zur Unbrauchbarkeit verdorrt. Die Behandlungsweise ist die im XI. Jahrh. gewöhnliche. Doch stehen die Figuren gegen den unangefüllten Pergamentsgrund, was aber ja auch sonst sogar in kostbaren griechischen Handschriften

---

*) Eine entsprechende, jedoch wieder anders componierte Miniatur in Nr. 394, fol. 46 r:o (abgeb. bei *d'Agincourt*, Taf. LII).

**) Vollkommen dieselbe Gebärde macht der Richter der heil. Poplias im Monologium des Kaisers Basilius II. in der vatik. Bibl., Nr. 1613, S. 100.

nicht selten vorkommt. Der Goldgrund ist in der byzantinischen Kunst keineswegs eine Regel ohne Ausnahmen.

Da mehrere von den Bildern unvollendet geblieben, so kann man das technische Verfahren verfolgen. Die erste Zeichnung und Untermalung ist mit skizzierender Nachlässigkeit gemacht; die Bestimmtheit nimmt mit der fortschreitenden Arbeit zu — ich habe dasselbe überall in byzantinischen Miniaturen, wo eine Prüfung möglich war, wahrgenommen, z. B. schon in der berühmten Gregor-Handschrift des Kaisers Basilius I. in Paris (N:o 510). Die Zeichnung ist mit durchsichtigen, glanzlosen Farben ausgefüllt (die Carnation mit Ockergelb) — erst bei der Übermalung wurden pastose Glanzfarben (Wachsfarben?) benützt. Nachdem die Umrisse wieder leicht nachgezogen, und schon auf den unteren Grundton Schatten und Lichter (die letzteren in weisser Zeichnung und Schraffierung) aufgesetzt waren, breitete nämlich der Illustrator die endgültigen Farben über die Flächen aus, markierte einfach und sicher die Lichter und die Schatten und zog die Zeichnung in voller Bestimmtheit mit feinen, schwarzen Linien auf. In den nackten Teilen liess er die Untermalung stehen und begnügte sich hier mit einer leichten, aber doch völlig klaren Andeutung der Züge, der Schatten (mit Braun) und der Lichter (mit Weiss). Graues Haar ist mit Blau untermalt; die blaue Farbe ist sogar oft bei der Übermalung beibehalten.

Dieses technische System wurde in der byzantinischen Malerei mit grosser Strenge innegehalten und durch die ausserordentliche Schulung der Hand, welche die byzantinischen Künstler auszeichnet, wurde immer mit einem Mal, ohne die geringste Nachbesserung die gewünschte Wirkung getroffen. Daher dieses Gepräge einer überlegenen Sicherheit, welche allen besseren byzantinischen Miniaturen eigen ist.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XIX. № 3.

MONOGRAPHIA

GENERIS

HOLOTRICHIUS BURM.

AUCTORE

O. M. REUTER.

CUM TABULIS DUABUS.

Genus HOLOTRICHIUS Burm.

(Familia *Reduviidae*, subfamilia *Reduviina* = *Acanthaspidina* Stål).

Corpus oblongum, alatum (♂) vel oblongo-ovatum, subapterum (♀, raro ♂), plerumque cum oculis, antennis pedibusque setosum. Caput inerme, collo sat brevi, superne pone oculos impressione subrecta instructum, parte postoculari versus collum sensim magis minusve fortiter angustata, maris superne elevata, ante oculos productum, porrectum vel nonnihil deflexum, a latere visum subtus anterius decurvum, bucculis elevatis et articulum primum rostri a gula distantem reddentibus, parte anteoculari superne haud tumido-elevata nec sulcata, jugis brevibus, subito abbreviatis. Oculi prominentes, a supero visi rotundati, setosi, maris alati a latere visi oblongi et saepe magis minusve longe in gulam extensi, feminae parvi, a latere visi solum medium altitudinis capitis attingentes. Ocelli maris alati magni vel majusculi, in elevatione capitis postica positi, sat appropinquati, feminae marisqve brachypteri nulli. Rostrum a gula distans, capite cum collo vix longius, articulo secundo primo circiter dimidio longiore, tertio brevi. Antennae superne ante oculos insertae, ab oculis paullo (♂) vel modice (♀) remotae, corpore dimidio haud longiores, articulis ultimis gracillimis, setaceis, articulo secundo primo haud duplo longiore. Pronotum maris ante medium, feminae pone medium constrictum, strictura annuliformi apicali instructum, lobo antico disco inermi, medio impressione longitudinali percurrente postice latiore et in lobum posticum prolongata, utrinque sulcis 3—4 obliqvis laevigatis, lobo postico maris margine basali late arcuato, feminae brevi, margine basali subtruncato. Scutellum marginibus lateralibus muticis. Hemielytra maris explicata, membrana area exteriore basi area interiore angustiore, retrorsum distincte ampliata et posterius area interiore latiore; feminae omnium brevissima, tota coriacea, squamaeformia, ad summum scutello aeque longa. Prosternum inerme, processu horizontali. Metasternum medio carinatum, apice truncatum. Venter maris medio carina longitudinali retrorsum

magis minusve longe extensa instructus, feminae muticus. Pedes posticae quam intermediae paullo latius distantes. Coxae inermes. Femora inermia, anteriora posticis paullo vel parum crassiora. Tibiae anteriores apice fossa spongiosa destitutae, apice leviter curvatae, posticae femoribus longiores. Tarsi postici articulo primo brevi, secundo primo circiter duplo, tertio primo circiter triplo longiore.

Burm., Handb. d. Ent. II, p. 247 (1835). Fieb., Eur. Hem., pp. 42 et 156 (1861). Stål, Hem. Afr. III, p. 123 (1865). Enum. Hem. IV, pp. 66 et 77 (1874). Put., Syn. Hem. France, pp. 173 et 174 (1880). *Orcada* Muls. et May., Ann. Soc. Linn. Lyon (2) XVI, p. 292 (1868). *Lochus* Dougl. et Scott, Ent. Monthl. Mag. V, p. 138 (1868) dubiose.

Species hujus generis locis aridis subregionum mediterraneae et desertae regionis palaearcticae et æthiopicae occurrunt.

CONSPECTUS SPECIERUM:

1. (8, 11). Pronotum lobo antico utrinque in angulum apice tuberculato-productum vel tuberculo dense setuloso instructum ampliato, angulis anticis in spinam acutam productis; raro lobo antico maris lateribus tuberculo destituto, in hoc casu pronotum pallido-coloratum angulis anticis in spinam productis. Mesothorax feminae utrinque ultra squamas tegminum haud ampliatus.

2. (3). Pronotum lobo antico utrinque in angulum apice in spinam longam productum ampliato, angulis posticis anguste testaceis. Corpus nigrum, opacum, connexivi segmentis postice late (♂) vel solum angulo posteriore anguste (♀) testaceis. 1. **spinicollis** n. sp.

3. (2). Pronotum lobo antico utrinque in angulum obtusum apice breviter tuberculatum ampliato. Corpus opacum, saltem capite et pronoto flavo-, rufo- vel fusco-ferrugineis vel ochraceis, ventre nitido. Connexivum segmentis dimidio apicali (♂) vel solum angulis imis eorum apicalibus (♀) testaceis vel ochraceis. *)

---

*) Femina *H. ochraceic* n. sp. ignota.

4. (7). Pronotum maris lateribus lobi antici pone medium tuberculo distincto instructum.

5. (6). Major. Caput et pronotum ferrugineo-fusca, margine postico versus angulos anguste testaceo. Hemielytra maris fusco-ferruginea, limbo laterali late fusco, angulo apicali pallido. Pronotum feminae spatio inter apices angulorum basalium spatio inter apices tuberculorum lobi antici aeque lato. 2. **tenebrosus** Burm.



6. (5). Minor. Superne cum hemielytris laete ochraceus, membrana parum obscuriore. Femina ignota. 3. **ochraceus** n. sp.

7. (4). Pronotum maris lateribus lobi antici longius pone medium in angulum obtusissimum, haud tamen rotundatum, dense breviter setiferum ampliatis, angulo tuberculo destituto, feminae autem tuberculo minuto distincto instructo; spatio inter apices angulorum posticorum feminae spatio inter apices tuberculorum lobi antici distincte latiore. Caput, pronotum, scutellum et hemielytra rufo- vel flavo-ferruginea, sub-ochracea vel flavo-cinnamomea, membrana maris leviter fuscescente. 4. **denudatus** Costa.

8. (1, 11). Pronotum lobo antico lateribus pone medium in angulum obtusum, sed distinctum, etiam in femina tuberculo destitutum ampliato. Mesothorax feminae utrinque ultra squamas tegminum vix vel parum prominulus, lateribus rectis vel sub-sinuatis. Venter nitidus.

9. (10). Corpus nigrum. Pronotum granulosum, angulis anticis in spinam (♀) vel dentem (♂) acutum productis, posticis testaceis, acutis. Connexivum segmentis dimidio postico (♂) vel angulis apicalibus vel limbo apicali (♀) testaceis. 5. **obtusangulus** Stål.

10. (9). Corpus fundo piceum, thorace pallide flavente, sed totum pilis intricatis cumbentibus albis densissimis tectum, nigrosetosum. Pronotum angulis anticis (♀) parum productis, posticis longius prominentibus acutis. 6. **farinator** n. sp.

11. (1, 8). Pronotum lobo antico lateribus obtuse rotundato, angulis anticis raro fortius productis.

12. (27). Venter nitidus. Corpus superne lividum, ferrugineum, fuscum, piceum vel nigro-piceum.

13. (22). Tibiae saltem anteriores pallidae, saltem apice fuscae. Mesothorax feminae utrinque ultra squamas tegminum latius ampliatus, lateribus rotundatus.

14. (15). Tibiae omnes laete pallide ochraceae, basi concolores, apice piceae. Corpus (♀) inferne nigropiceum, superne pallide ochraceum, dorso abdominis fusco, ochraceo-maculato. Pronotum (♀) angulis apicalibus subrectis ne minime quidem prominulis, basalibus rectis, spatio inter eos lobo antico aequelato. Connexivum (♀) nigro-fuscum, segmentis macula anguli apicalis exterioris triangulari pallide ochracea. 7. **tibialis** n. sp.

15. (14). Tibiae pallide flaventes, basi et apice fuscae vel saltem paullo obscuriores, posticae saepe reliquis paullo obscuriores. Pronotum feminae angulis basalibus acutis. *)

16. (19). Pronotum angulis apicalibus subrectis vel rectis, ne minime quidem productis. Corpus cum antennis et pedibus albido-, flavo- vel livido-setosum. Tibiae maris longissime et densissime setosae.

17. (18). Corpus superne ferrugineum, dorso abdominis fusco. Caput maris spatio interoculari oculo magno vix magis quam $^1/_3$ latiore. Antennae maris articulo tertio primo parum longiore. Pronotum maris lobo postico dense irregulariter ruguloso crebreque fortiter granuloso. Hemielytra maris pallide testacea vel fere straminea, clavo, corio interne et plerumque etiam apicem versus membranaque fuscis. Connexivum pallide flavum, segmentis solum macula sat magna sub-triangulari anguli basalis segmentorum (♂) vel dimidia basali parte (♂, ♀) fuscis.

8. **apterus** Jak.

18. (17). Corpus superne, capite fusco excepto, lividum, dorso abdominis infuscato. Pronotum maris lobo postico granulis destituto, subtilissime punctulato, laevigato, impressione longitudinali transversim strigoso. Hemielytra cum membrana tota livida. Connexivum lividum, segmentis solum macula minuta triangulari anguli basalis exterioris nigro-fusca.

9. **albicans** n. sp.

19. (16). Pronotum angulis apicalibus in dentem oblique antrorsum et extrorsum vergentem productis.

---

*) Femina *H. lividi* n. sp. et *H. laevigati* n. sp. ignota.

20. (21). Corpus (♂) fuscum, antennis pedibusque exceptis, subglabrum (an pilae detritae?). Pronotum granulis totum destitutum, lobo postico transversim leviter remote strigoso. Pectus solum lateribus prostethii antice parcius subtilissime granulosis. Connexivum fuscum, segmentorum quarta apicali parte pallide flavente. Tibiae posticae (♂) sat longe et sat dense fusco-setosae. Hemiclytra fusca. ♂. 10. **laevigatus** n. sp.

21. (20). Corpus (♀) obscure fuscum vel piceum, dense et longe fusco-setosum. Pronotum et pectus ubique lateribus fortiter granulosa. Connexivum fuscum, limbo segmentorum apicali interne angustius, externe latius flavo-testaceo, hoc limbo pallido medio antrorsum angulato-extenso. ♀.
11. **Grimmii** Jak.

22. (13). Tibiae nigrae vel piceae, femoribus haud pallidiores, vel solum tibiae posticae femoribus pallidiores. (Hactenus solum feminae cognitae).

23. (24). Corpus glabrum. Antennarum articulus primus setis brevibus rigidis parcius instructus. Pronotum angulis posticis omnium levissime prominulis, rectis, ipso apice rotundatis vel obtusiusculis. Pectus granulis destitutum. Dorsum abdominis segmento primo disco medio mox pone apicem partis elevatae basalis striolis 2—3 brevibus concentricis valde curvatis. Pedes setis rigidis brevibus, illis tibiarum crassitie harum maxima duplo—magis quam triplo brevioribus. Mesothorax lateribus valde rotundato-ampliatus. 12. **luctuosus** Muls. et May.

24. (23). Corpus longius setosum. Antennae articulis duobus primis longe setosis. Pronotum angulis posticis acutis, reflexis vel sub-reflexis. Pectus lateribus fortiter granulosis. Dorsum abdominis segmento primo medio strigis concentricis destitutum. Pedes longius setosi.

25. (26). Corpus nigro-piceum, sat longe fusco-setosum. Antennae articulo tertio primo sat multo longiore. Pronotum angulis apicalibus extrorsum et antrorsum leviter prominulis. Mesothorax lateribus fortiter rotundato-ampliatus. Connexivum segmentis macula testacea angulorum posticorum minus quam quartam posticam partem longitudinis occupante et marginem internum haud attingente. Pedes (♀) brevius setosi, setis exterioribus tibiarum posticarum crassitie basali tibiae distincte brevioribus.
13. **Bergrothi** n. sp.

26. (25). Corpus nigricans, capite thoraceque superne obscure ferrugineis, superne longe griseo-flavescenti-setosum. Antennae articulo tertio primo pa-

rum longiore. Pronotum angulis apicalibus rectis. Mesothorax utrinque levissime rotundato-ampliatus. Connexivum nigrum, tertia parte apicali segmentorum testacea. Pedes longe setosi, setis tibiarum posticarum exterioribus crassitie basali tibiae saltem dimidio longioribus, interioribus nonnullis longissimis (interdum tibiae brevius setosae).

14. **rotundatus** STÅL.

27. (12). Venter opacus. Corpus nigrum, opacum vel opaculum. Mesothorax feminae lateribus subrectis. Pronotum feminae angulis posticis acutis.
28. (29). Pronotum angulis anticis extrorsum (♂) vel antrorsum (♀) in dentem acutum productis. Connexivum (♂, ♀) segmentis macula sat magna triangulari anguli exterioris apicalis testacea. 15. **sibiricus** n. sp.

29. (28). Pronotum angulis anticis haud productis, rectis vel subrectis.
30. (31). Antennae articulo primo parte anteapicali capitis oculoque simul sumtis (♂) vel spatio interoculari (♀) aequelongo. Pronotum feminae angulis posticis extremo apice testaceo. Connexivum segmentis macula apicali testacea fere tertiam apicalem partem occupante (♂) vel margine apicali maculaque anguli exterioris triangulari sat minuta testaceis (♀).

16. **Fedtschenkoi** n. sp.

31. (30). Antennae articulo primo capite toto parum breviore (♂) vel spatio interoculari distincte longiore (♀). Pronotum feminae angulis posticis concoloribus. Connexivum segmentis margine apicali omnium tenuissime vel (♂) etiam angulo apicali exteriore angustissime testaceis.

17. **moestus** n. sp.

---

1. Holotrichius spinicollis n. sp.

Tab. I, figg. 1 et 2.

Mas: Corpus nigrum, opacum. Caput pronoto brevius, nigrum, opacum, subtiliter granulosum, nigro-setosum; spatio interoculari superiore oculo fere duplo latiore, inferiore basi articuli primi rostri paullo latiore. Oculi convexi, sat dense granulati, nigro-setosi. Rostrum nigrum, nigro-pilosulum. Antennae nigrae, longe remote nigro-setosae, plerumque saltem articulis duobus primis etiam pilis multo tenuioribus et mollioribus griseis, setis duplo brevioribus sub

angulo recto exsertis densissime pilosis; articulo primo capiti, collo excepto, longitudine aequali, secundo pronoto nonnihil longiore. Pronotum basi longitudine distincte latius, angulis apicalibus in spinam acutam extrorsum et leviter antrorsum vergentem productis, hac spina diametro transversali oculi circiter 1/4 breviore, lobo antico postico inter angulos duplo angustiore, lateribus pone medium in angulum subrectum ampliatis, angulo in spinam acutam extrorsum et nonnihil retrorsum vergentem producto, hac spina spinae angulorum anticorum longitudine subaequali, spatio inter apices spinarum capite saltem 1/3 latiore; lobo postico antico cum apicali nonnihil longiore, margine basali late rotundato, angulis posticis ultra latera corii extensis, sub-rectis; nigrum, opacum, dense granulosum, transversim rugosum, nigro-setosum, angulis posticis flavo-testaceis. Scutellum nigrum, opacum, granulosum, nigro-setosum, apice acuminato fortius recurvato. Hemielytra abdomen parum vel paullo superantia, nigricantia, opaca, pilis nigris curvatulis, semiadpressis, membrana fusco-nigricante. Pectus nigrum, nitidulum, parcius granulosum, mesosterno transversim strigoso. Abdomen oblongum. Venter nigro-piceus, nitidus, pilis adpressis longis fuscis parcius pilosus, subtiliter dense aciculatus, lateribus interdum testaceo-maculatus. Connexivum nigrum, segmentis macula magna apicali ad marginem externum antrorsum nonnihil ampliata flavo-testacea. Pedes toti nigri, longe nigro-pilosi, tibiis adhuc longius nigro-setosis. Long. 15—15 3/4 mm.

Femina: Corpus nigrum, opacum, sat breviter nigro-setosum. Caput pronoti longitudine, nigrum, opacum, mox pone sulcum postocularem guttis duabus appropinquatis testaceis; spatio interoculari superiore oculo fere triplo latiore. Oculi parvi, sat convexi, setis nigris instructi. Rostrum nigrum, brevissime nigro-pilosulum. Antennae nigrae, quam maris brevius nigro-setosae, articulo primo spatio capitis interoculari longiore et articulo tertio longitudine subaequali, secundo pronoto aequelongo. Pronotum basi longitudini latitudine aequale, angulis anticis in spinam validam acutam recte extrorsum vergentem productis, spatio inter apices spinarum capite distincte latiore, lobo antico postico fere triplo longiore, modice convexo, lateribus pone medium fortiter angulatis, angulo in spinam validam acutam recte extrorsum vergentem producto, spatio inter apices spinarum spatio inter angulos basales lobi postici latiore et capite fere duplo latiore, lobo postico margine basali recto, angulis posticis acutis, longius ultra latera squamarum tegminum productis; nigrum, opacum, parcius granulosum, sat breviter nigro-setosum, angulis basalibus obscure testaceis. Scutellum apice in spinam sat longam suberectam surgente. Squamae hemielytrorum scutelli longitudine, nigricantes, apice sordide testaceae. Pectus nigrum, opacum, lateribus minus subtiliter granulosum, meso- et meta-

stethiis lateribus haud strigosis, mesostethio utrinque haud ampliato. Abdomen late ovatum, latitudine maxima vix dimidio longius, nigrum, dorso opaco, sat obsolete transversim strigoso, dense granuloso, pilis fuscis adpressis, sutura prima postice medio in angulum obtusum producta; inferne sat breviter nigro-setulosum, lateribus dense subtiliter granulosum, medio sublaeve; connexivi segmentis angulo exteriore apicali anguste flavo-testaceo. Pedes nigri, toti sat breviter dense nigro-setosi.

Patria: Graecia, Cyclades, D. Dr Krueper (Coll. Reuter); Turcia (Mus. Hungar.).

2. Holotrichius tenebrosus Burm.

Tab. I, figg. 3 et 4.

Mas: Caput fusco-ferrugineum, pronoto fere $^1/_4$ brevius, opacum, fusco-setosum, setis in certa directione flavicantibus; spatio interoculari superiore oculo $1^2/_3$ latiore, inferiore basi articuli secundi rostri vix latiore. Oculi convexi, dense granulati, setas fuscas ferentes. Rostrum nigro-fuscum. Antennae nigricantes, dense molliter griseo-pilosae, setis rigidis fuscis his pilis saltem duplo longioribus parcius intermixtis; articulo primo capiti collo excepto longitudine subaequali, secundo pronoti longitudine, tertio primo aequelongo, quarto tertio paullo breviore. Pronotum basi longitudine parum latius, angulis apicalibus in spinam leviter oblique antrorsum et sursum vergentem apice acute constrictam productis, hac spina diametro transversali oculi saltem $^1/_3$ breviore, spatio inter apices spinarum capite mox pone oculos paullo latiore, lobo antico postico duplo angustiore, lateribus pone medium in angulum obtusum modice ampliatis, angulo tuberculo obtusiusculo retrorsum vergente instructo, hoc tuberculo spina anguli antici duplo breviore, spatio inter apices tuberculorum lateralium capite cum oculis tantum paullo latiore; lobo postico antico circiter dimidio longiore, margine basali late rotundato, angulis posticis ultra margines laterales corii breviter extensis, acutiusculis, leviter reflexis; fusco-ferrugineum, opacum, leviter transversim rugulosum, densissime granulosum, fusco-setosum, angulis posticis margineque basali versus angulos lineariter flavo-testaceis. Scutellum fusco-ferrugineum, opacum, granulosum, apice vix producto horizontale. Hemielytra abdomen sat breviter superantia, pilis pallidis, flavicantibus adpressis, fusco-ferruginea, limbo laterali late fusco, angulo apicali pallido; membrana fuscescente. Pectus obscure fuscum, pilis flavicantibus adpressis, lateribus prostethii fusco-ferrugineis, fortius granulosis, meso- et metastethiis transversim dense fortius strigosis, subtilius et parcius

granulosis. Abdomen oblongum. Venter obscure piceus, nitidus, pilis adpressis flavicantibus, transversim densissime aciculatus, lateribus flavo-testaceo-maculatus. Connexivum obscure piceum, segmentis dimidio apicali pallide flavo-testaceis. Pedes toti obscure picei, toti longe rufescenti-fusco-pilosi. Long. $16\frac{2}{3}$ mm.

Holotrichius tenebrosus Burm., Handb. d. Ent. II, p. 248, 1 (1835). Fieb., Eur. Hem. p. 156, 3. Stål, En. Hem. IV, 77, 1 (sec. spec.). *Reduvius Laporteius* Brullé Exp. Mor. 79, 37. T. 31, fig. 5 (1832) forte. *Holotrichius Laportei* Fieb., Eur. Hem. 156, 4, forte.

Femina: Caput cum collo pronoto fere longius, nigrum vel rarius ferrugineo-fuscum, sulcis nigris, opacum, subtiliter granulosum, sat breviter fusco-setosum, setis in certa directione flaventibus, mox pone sulcum postocularem guttis duabus parvis obscure ferrugineis; spatio interoculari superiore oculo magis quam triplo latiore; collo macula basali lutea. Oculi parvi, sat convexi, setis rigidis nonnullis instructi. Rostrum fusco-nigrum, breviter pilosulum, articulo ultimo ferrugineo. Antennae fusco-nigrae, nigro-setosae, articulo primo leviter curvato, spatio capitis interoculari superiore paullo vel parum longiore et articulo tertio fere $\frac{1}{4}$ breviore, secundo pronoti longitudine, quarto tertio breviore. Pronotum basi longitudini paullulum latius, angulis anticis in spinam validam apice acutam leviter oblique antrorsum vergentem longius productis, spatio inter apices spinarum capiti cum oculis latitudine subaequali, lobo antico postico fere triplo longiore, modice convexo, lateribus mox pone medium in angulum obtusum ampliatis, angulo tuberculo sat valido leviter retrorsum vergente instructo, spatio inter apices tuberculorum spatio superiore interoculari capitis duplo latiore, lobo postico margine basali recto, angulis acutis ultra latera squamarum tegminum sat extensis, spatio inter eos spatio inter apices tuberculorum lobi medii aeque lato; fusco-ferrugineum vel nigrum, opacum, dense granulosum, sulcis nigris, laevibus; angulis posticis testaceis. Scutellum apice acuto sat breviter reflexo vel suberecto. Squamae hemielytrorum scutello fere duplo breviores vel huic fere aeque longae, fusco-ferrugineae. Pectus nigrum, fortiter granulosum, meso- et metapleuris (his fortius) transversim strigosis, mesostethio utrinque ultra latera squamarum tegminum haud ampliato, metapleuris externe laevibus. Abdomen oblongo-ovatum, longitudine latitudineque maxima ut 10: 7, dorso nigro, opaculo, subtiliter transversim aciculato et densissime sat fortiter granuloso, pilis pallidis adpressis aliisque fuscis erectis, sutura apicali segmenti primi medio in arcum latum obtusum leviter producta, ventre piceo-nigro, nitente, transversim subtiliter aciculato, medio parce subtilissime lateribus densius subtiliter granuloso. Connexivum segmentis an-

gulo exteriore apicali sat anguste margineque apicali tenuiter vel quinta parte apicali flavo-testaceis. Pedes nigri, dense rigido-setosi, setis saepe in certa directione sub-ferrugineis, pilositate tamen variabili, setis longis vel brevibus, tibiis anticis plerumque inferne dense et breviter subspinuloso-setosis, interdum (specimen e Corfu) ubique aeque longe, dense et molliter setosis. Long. $16\frac{1}{2}$ mm.

Holotrichius tenebrosus Fieb., Eur. Hem. 156, 3. Stål, Enum. Hem. IV, 77, 1 (sec. spec.).

Patria: Rhodos (Mus. Holm.); Corfu, specimina duo, D. L. Millier (Mus. Caes. Vind.); Athenae (Coll. Signoret ut *H. Laportei* Brullé).

3. Holotrichius ochraceus n. sp.

Tab. I. fig. 5.

Mas: Corpus laete ochraceum, opacum, flavicanti-setosum, setis in certa directione fuscescentibus, capite inferne, oculis, antennis, rostro, pedibus pectoreque maculis exceptis fuscis vel nigro-fuscis. Caput cum collo pronoto nonnihil brevius, superne ochraceum, inferne fuscum, ubique flavicanti-setosum, pilis aliis dense adpressis pallido-micantibus, granulis destitutum; spatio interoculari superiore oculo distincte magis quam duplo latiore, inferiore basi articuli primi rostri latiore. Oculi fusci, setosi. Rostrum piceo-ferrugineum, flavicanti-pilosum, articulo ultimo pallidiore. Antennae nigro-fuscae, dense et longe griseo-pilosae, pilis recte exsertis, setis illis plerumque duplo longioribus fuscis remotis, articulo primo capiti collo excepto longitudine subaequali, secundo pronoti longitudine. Pronotum basi longitudine latius, annulo apicali lateribus a basi ad medium usque parallelis, angulis apicalibus a medio annuli in spinam acutam extrorsum et levissime antrorsum vergentem productis, hac spina diametro transversali oculi circiter duplo breviore, spatio inter apices spinarum apicalium capite mox pone oculos parum latiore; lobo antico postico inter angulos paullo magis quam duplo angustiore, lateribus a basi longius ultra medium rotundatis et sensim ampliatis, dein tuberculo fere recte angulato instructis, pone tuberculum subparallelis, spatio inter apices tuberculorum capite cum oculis paullo latiore; lobo postico antico cum strictura apicali aequelongo, margine basali fortiter rotundato, angulis posticis ultra latera corii extensis, acutis, leviter reflexis; totum laete ochraceum, flavo-setosum, granulosum, lobo postico sat obsolete transversim rugosum. Scutellum sub-ferrugineum, longe setosum, subtilissime granulatum. Hemielytra ochracea, setis semideflexis flavis dense setosa, membrana corio parum obscuriore. Pectus fusco-nigrum,

acetabulis, limbo apicali prostethii parteque exteriore mesopleurarum ochraceis; setis longis flavis adpressis, granulis sat remote adspersis; meso- et metapleuris, illarum parte exteriore excepta, fortiter transversim strigosis. Abdomen oblongo-ovale, ochraceum, ventre seriebus duabus discoidalibus macularum fuscarum (an color fuscus interdum magis extensus?), nitido, dense transversim sat fortiter aciculato, setis flavis adpressis, granulis destituto; connexivo pallide ochraceo, dimidio basali segmentorum fusco. Pedes obscure fusci, longe fusco-setosi, setis in certa directione pallidis; tarsis fusco-testaceis, ungviculis testaceis. Long. 12⅔ mm.

Patria: Syria, D. Kotschy (Mus. Caes. Vind.).

4. Holotrichius denudatus Costa.

Tab. I, figg. 6 et 7.

Mas: Corpus inferne nigro-piceum, superne cinnamomeo-flavum. Caput pronoto paullo brevius, superne flavo-ferrugineum, flavicanti-setosum, setis in certa directione fuscescentibus, vitta media clypei, collo pone oculos et ocellos, macula pallide flava basali excepta, parteque inferiore nigro-piceis; spatio interoculari superiore oculo duplo latiore, inferiore basi articuli primi rostri latiore. Oculi convexi, setosi. Rostrum nigro-piceum, setulosum, margine apicali articuli primi articuloque ultimo ferrugineis. Antennae nigrae, dense molliter flavogriseo-pilosae, pilis sub angulo recto exsertis, setis nigris his pilis saltem duplo longioribus remotis; articulo primo capiti a latere viso, collo excepto, longitudine subaequali, secundo pronoto fere aeque longo, tertio primo parum longiore. Pronotum basi longitudine nonnihil latius, angulis apicalibus usque a basi annuli apicalis in spinam acutam extrorsum et leviter antrorsum vergentem productis, hac spina diametro transversali oculi circiter ¼ breviore, spatio inter apicem spinarum capite mox pone oculos parum latiore; lobo antico postico inter angulos magis quam duplo angustiore, lateribus longius pone medium in angulum obtusissimum (haud tamen rotundatum) dense breviter setiferum ampliatis, angulis tuberculo destitutis, latitudine inter angulos latitudini capitis aequali; lobo postico antico cum apicali parum longiore, margine basali late sat fortiter rotundato, angulis posticis ultra latera corii extensis, leviter reflexis, acutiusculis; cinnamomeo-flavum, leviter nitidulum, dense granulosum, flavicanti-setosum, sulcis lobi antici sub-ferrugineis, lobo postico transversim leviter ruguloso. Scutellum obscure ferrugineum, flavicanti-setosum, apice pallidiore in acumen leviter oblique surgentem productum. Hemielytra

flavo-cinnamomea, opaca, setis longioribus flavicantibus dense adpressis, membrana leviter fuscescente. Pectus piceo-nigrum, sat nitidum, granulis sat magnis remote et parce adspersis, acetabulis limboque postico prostethii flavo-testaceis, mesopleuris, parte exteriore excepta, metapleurisque transversim strigosis, setis adpressis flavicantibus. Abdomen oblongo-ovale, dorso infuscato. Venter nigropiceus, lateribus latius pallide flavescens, ubique densissime fortiter aciculatus, granulis destitutus. Connexivum pallide flavescens, segmentorum fere dimidio basali nigro-fusco. Pedes piceo-nigri, toti longe fusco-setosi, tibiis setis magis nutantibus illis exsertis parum brevioribus, ungviculis testaceis. Long. 16 mm.

Syn.: Holotrichius Cyrilli A. Costa, Ann. Soc. Ent. Fr. X, 1841, p. 283, 2, T. VI, fig. 2 a. Put., Syn. Hém. France 174, 1 (♂). *H. maurus* Fieb., Eur. Hem. 156, 1.

Femina: Caput flavo- vel rufo-ferrugineum, saepe versus apicem obscurius, inferne obscurius, saepe nigro-fuscum; opacum, pilis longioribus flavis densius intricatis, sat longe fusco-setosum, spatio interoculari superiore oculo circiter triplo—triplo et dimidio latiore. Oculi parvi, convexi, fusci, qvam caput brevius fusco-setosi. Rostrum fuscescenti-ferrugineum, sat dense pilosulum, articulo ultimo ferrugineo. Antennae fuscae, longe remoteque fusco-setosae, articulo primo spatio capitis interoculari longiore. Pronotum basi longitudine vix vel nonnihil latius, angulis anticis in spinam validam et longam acutam oblique sat fortiter antrorsum vergentem productis, margine exteriore spinae dimidio spatio capitis interoculari parum breviore, spatio inter apices spinarum capiti cum oculis aeque lato vel paullo angustiore, lobo antico postico fere triplo longiore, modice convexo, lateribus pone medium in angulum obtusum modice ampliatis, anguli apice tuberculo parvo setifero instructo, spatio inter apices tuberculorum lateralium spatio interoculari capitis duplo latiore, lobo postico margine basali recto, angulis acutis ultra latera squamarum tegminum sat longe productis, spatio inter eos spatio inter margines laterales lobi antici paullo latiore; totum flavo- vel rufo-testaceum, pilis longis flavis densius intricato-pubescens, fusco-pilosum. Scutellum rufo-ferrugineum, medio obscurius, pilis flavis intricato-pubescens, longe fusco-pilosum, apice acute producto plerumque sat fortiter longius reflexo, oblique surgente. Squamae hemielytrorum flavo- vel rufo-ferrugineae, scutelli longitudine, pilis flavis longius intricato-pubescentes. Pectus fuscescenti-ferrugineum vel nigro-fuscum, acetabulis pallidis, dense flavicanti-pubescens, fortiter granulosum, meso- et metastethiis lateribus transversim strigosis; mesostethio lateribus parallelo, utrinque ultra latera squamarum tegminum haud ampliato. Abdomen ovatum, nigro-fuscum, dorso opaco, pilis longis flavicantibus sat densis adpressis, fusco-setoso, sat

obsolete transversim strigoso, dense subtiliter granuloso, sutura prima apice medio in angulum valde obtusum levius producta; ventre piceo vel nigro, nitido vel nitidulo, sat longe flavo-pubescente, dense brevius fusco-setoso, transversim subtiliter minus dense aciculato, lateribus subtiliter remotius granuloso, medio sub-laevi; connexivi segmentis macula parva triangulari anguli exterioris apicalis margineque apicali tenuiter flavo-testaceis. Pedes fuscescenti-ferruginei vel nigro-fusci, pilis adpressis flavis dense positis, sat longe rigido-setosis, setis tibiarum plerisque crassitii basali tibiarum aeque longis. Long. $16^1/_2$ mm.

Syn.: Holotrichius denudatus Costa, Ann. Soc. Ent. Fr. X, 281, T. VI, f. 1 (1841). *H. Cyrilli* Put., Syn. Hét. France 174, 1 (♀).

Patria: Italia, D. Prof. Costa (Mus. Neap., Coll. Reuter); Sicilia (Coll. Puton). Sec. Fieber etiam in Graecia et Rossia meridionali.

5. Holotrichius obtusangulus Stål.

Tab. I, figg. 8 et 9.

Mas: Caput pronoto paullo brevius, nigrum, opacum, subtiliter granulosum, sat longe tenuiter fusco-setosum aliisque pilis adpressis flavicantibus, spatio interoculari superiore oculo circiter fere duplo latiore, spatio inferiore basi articuli primi rostri nonnihil latiore. Oculi convexi, exserti, dense granulati, setosi. Rostrum nigrum, pilosulum, articulo ultimo ferrugineo. Antennae nigrae, sub angulo recto dense griseo-pilosae, setis tenuibus plerisque his pilis duplo longioribus nigris exsertis; articulo primo capiti cum collo aeque longo, secundo pronoto longitudine aequali, tertio primo vix longiore, quarto tertio breviore. Pronotum basi longitudini paullo latius, annulo apicali lateribus rectis, parallelis, ipsis angulis apicalibus in spinulam minutam acutam vel acutiusculam extrorsum vergentem breviter productis, spatio inter apices spinarum capite mox pone oculos parum latiore, lobo antico postico inter angulos basales duplo angustiore, lateribus longius pone medium in angulum valde obtusum (sed haud rotundatum) apice muticum breviter ampliatis, lobo postico antico cum apicali circiter dimidio longiore, margine basali late rotundato, angulis posticis acutis; nigrum, opacum, creberrime sat fortiter granulosum, longe nigro-pilosum, lobo postico dense ruguloso, angulis basalibus sat late flavo-testaceis. Scutellum nigrum, opacum, granulosum, sat longe nigro-setosum, apice acute producto leviter surgente. Hemielytra abdomen superantia, nigra, opaca, setis nigris curvatis semideflexis, margine laterali etiam pilis brevioribus flavicantibus pubescentia; membrana fusco-nigra. Pectus nigrum, granulosum, meso- et metastethiis transversim strigosis. Abdomen oblongo-ovale.

Venter piceus, nitidus, dense fortiter transversim aciculatus, pilis longis adpressis flavis, lateribus interdum flavo-testaceo-maculatus et granulis minutis parce adspersis. Connexivum piceo-nigrum, circiter $^{2}/_{5}$ apicalibus segmentorum pallide flavo-testaceis. Pedes fusci, fusco-setosi, tibiis et tarsis setis longis tenuibus fuscescenti-flavis vel rufescenti-fuscis dense pilosis; tarsis fusco-testaceis. Long. 16—17$^{1}/_{3}$ mm.

Syn.: Reduvius variegatus Reut., Öfv. Finska Vet. Soc. Förh. XXII, p. 12, 8 (1880) = specimen nuper exclusum.

Femina: Caput pronoto longius nigrum vel fusco-nigrum, opaculum, subliter dense granulosum, longe nigro-pilosum, pilis flavescentibus adpressis immixtis, pone sulcum postocularem guttulis duabus sat distantibus ferrugineis, collo macula basali testacea, his maculis interdum obsoletis; spatio interoculari oculo fere quadruplo latiore. Oculi parvi, setosi. Rostrum nigrum, pilosulum, margine apicali articulorum saepe testaceis, articulo ultimo ferrugineo. Antennae setis longioribus et brevioribus nigris alternatis pilosae, illis exsertis, his semiadpressis, articulo primo leviter curvato spatio interoculari capitis paullo vel vix longiore et articulo tertio fere $^{1}/_{4}$ breviore, articulo secundo pronoti longitudine vel hoc paullo longiore. Pronotum basi longitudini latitudine aequale, angulis anticis in spinam acutam extrorsum vel leviter oblique antrorsum et sursum vergentem productis, hac spina diametro transversali oculi fere aeque longa, spatio inter apices spinarum capiti cum oculis aeque lato, lobo antico postico magis quam triplo longiore, sat fortiter convexo, lateribus obtuse vel obtusissime angulatis, muticis vel raro tuberculo obtusissimo instructis, spatio inter angulos spatio capitis interoculari paullo minus quam duplo latiore, lobo postico margine basali medio levissime rotundato, angulis basalibus ultra latera squamarum tegminum breviter extensis, acutis, reflexis, spatio inter eos spatio inter angulos laterales lobi antici aeque lato vel parum latiore; nigrum, opacum, densius sat fortiter granulosum, longe nigro-setosum, pilis adpressis flavescentibus parce immixtis, angulis posticis flavo-testaceis. Scutellum nigrum, opacum, uti pronotum pilosum et granulosum, apice acuminato sensim sat longe fortiter reflexo vel in spinam suberectam surgente. Squamae hemielytrorum scutelli fere longitudine, obscure fuscae, longe nigro-setosae. Pectus creberrime fortius granulosum, meso- et metastethiis lateribus transversim vix strigosis, metastethio utrinque vix rotundato, ultra latera squamarum tegminum haud ampliato. Abdomen ovatum, longitudine latitudineque maxima ut circiter 3: 2, dorso opaco, crebre sat fortiter granuloso, dense longius fusco-setoso, sutura prima medio obtuse angulato-rotundata; ventre nigro vel nigro-piceo, nitido, pilis longis flavescentibus adpressis, lateribus et medio

transversim aciculato, lateribus sat subtiliter granuloso. Connexivum angulo postico et margine segmentorum apicali sat anguste flavo-testaceis. Pedes nigro-fusci, dense fusco-pilosi, setis exsertis longioribus tibiarum crassitie basali tibiarum longioribus; tarsis fusco-testaceis. Long. 18 mm.

Syn.: Holotrichius obtusangulus Stål, En. Hem. IV, 77, 2, sec. sp. typ.

Patria: Graecia (Mus. Holm.); Attika, D. Dr Krueper; Morea, Nauplia, D. v. Oertzen; Cyclades, Naxos, D. Emge (Mus. Berol. et Coll. Reuter); Attika, Parnassos, D. Dr Krueper, Corfu, D. L. Millier (Mus. Caes. Vind.).

Var. **tauricus** n. var.

Mas: A mare praecedentis vix nisi articulo primo antennarum nonnihil breviore, angulis pronoti apicalibus solum leviter prominulis abdomineque (an semper?) toto superne et inferne pallide ochraceo, solum segmentis genitalibus dimidioque basali segmentorum connexivi fuscis. Long. 17 mm.

Patria: Tauria, D. Pareyss (Mus. Caes. Vind.).

Var. **brachymerus** n. var.

Mas: Differt articulo antennarum primo quam in praecedente adhuc breviore et capiti, collo excepto, vix aequelongo, pronoti angulis anticis solum in denticulum brevem extrorsum prominentibus, lobo antico lateribus paullo fortius angulato, postico transversim vix ruguloso corporeque paullo minore superne longius setoso. Long. 15—$15\frac{3}{4}$ mm. — *Variat* etiam abdomine testaceo, segmentis genitalibus et $\frac{2}{5}$ basalibus segmentorum connexivi fuscis.

Syn.: Holotrichius maurus var. β Fieb., Eur. Hem. 156, 1, sec. spec. typ.

Patria: Naxos, D. Dr Krueper (Mus. Caes. Vind.), Morea: Hagios Wlassis, D. Brenske (Coll. Reuter).

6. **Holotrichius farinator** n. sp.

Tab. I, fig. 10.

Mas: ignotus.

Femina: Corpus cum articulo primo antennarum pedibusque pilis albis intricatis densissime tomentosum, superne longe remote fusco-setosum. Caput pronoto longitudine aequale, pube intricata alba divulsa fuscum, ante oculos

vitta apicali testacea, collo basi maculis duabus pallide testaceo-flavis; spatio interoculari superiore oculo triplo latiore. Oculi parvi, breviter setulosi. Rostrum nigro-fuscum, brevissime sat dense setulosum, superne sat breviter albo-pubescens. Antennae articulo primo spatio capitis interoculari longiore et articulo tertio longitudine aequali, fuscescenti-ferrugineo, dense albo-tomentoso, inferne setis brevibus rigidis nigris sub-adpressis, superne setis longis pallidis, articulis reliquis glabris, solum setis fuscis longissimis rigidis remotis exsertis, secundo pronoto fere $^1/_3$ longiore, pallide flavo-ferrugineo, apice nigro-fusco, ultimis nigro-fuscis, tertio $^1/_3$ basali pallide flavo-ferrugineo. Pronotum basi longitudine vix latius, lobo antico postico paullo magis quam duplo latiore, angulis anticis oblique antrorsum breviter productis, apice setas longissimas ferentibus, spatio inter angulos capite cum oculis nonnihil angustiore; lateribus in angulum subrectum fortius ampliatis, hoc angulo tuberculo destituto, sed setas nonnullas pallidas rigidas sat breves extrorsum vergentes ferente, spatio inter angulos capite cum oculis paullo magis quam $^1/_3$ latiore; lobo postico margine basali truncato, angulis posticis acutis, sat longe ultra latera squamarum tegminum et paullo magis quam latera lobi antici extrorsum productis; fuscescenti-ferrugineum, angulis omnibus late costisque inter sulcos lobi antici pallide testaceo-flavis, dense albo-tomentosum, angulis costisque lobi antici glabris, longissime fusco-setosum. Scutellum fuscum, apice in spinam erectam apice acutam et leviter recurvam longissime fusco-pilosam surgente. Pectus fusco-ferrugineum vel fuscum, albopubescens, acetabulis pallidis. Squamae hemielytrorum scutelli longitudine, pallide flavo-testaceae. Abdomen ovatum, latitudine maxima longitudine solum $^1/_5$ breviore, dorso pilis albis tenuibus valde intricatis omnium densissime tomentoso, omantice longissime, postice brevius fusco-setoso, segmento primo basi utrinque ad apicem squamae hemielytri tuberculo rotundato instructo, his tuberculis linea elevata subcurvata conjunctis, margine apicali segmenti primi sensim late arcuato; ventre nigro-piceo, sub pubescentia alba nitidulo, connexivi segmentis angulis posticis testaceis. Pedes parcius albo-pubescentes, setis longis pallidis exsertis, femoribus fuscis, anterioribus inferne utrinque spinulis nigris sat validis sat dense instructis, tibiis flavo-ferrugineis, anterioribus ubique, posticis solum interne longe fortiter nigro-spinulosis, anterioribus adhuc interne densius breviter nigro-spinulosis, apicibus tibiarum tarsisque fuscis. Long. $15^1/_2$ mm.

Patria: Damara Africae, D. de Vylder (Mus. Holm.).

7. Holotrichius tibialis n. sp.

Tab. II, fig. 16.

Mas ignotus.

Femina: Corpus inferne nigro-piceum, superne pallide ochraceum, flavicanti-setosum, abdomine ad maximam partem fusco, adpressim piloso. Caput pronoto nonnihil longius, superne pallide ochraceum, sat longe flavicanti-setosum, macula media partis postocularis, collo, apice, lateribus et inferne ferrugineo-piceum ibique brevius setosum; spatio interoculari oculo fere $2\frac{2}{3}$ latiore. Oculi nigricantes, flavicanti-setosi. Rostrum piceum, articulo ultimo ferrugineo. Antennae piceae, articulo primo latitudini capitis cum oculis aeque longo, sat longe parce flavicanti-setoso, setis recte exsertis, pilis aliis brevibus semi-erectis cum iis alternantibus, secundo pronoto longiore, dilute piceo, solum pilis brevioribus semi-erectis setoso, ultimis longe setosis, tertio primo vix longiore. Pronotum aeque longum ac basi latum, angulis apicalibus sub-rectis ne minime quidem prominentibus, spatio inter eos capite mox pone oculos parum latiore, lobo antico postico triplo longiore, lateribus arcuato-rotundato, apicem quam basin versus multo fortius angustato, sat fortiter convexo, latitudine maxima spatio capitis interoculari circiter $\frac{2}{3}$ latiore, lobo postico margine basali truncato, angulis basalibus rectis ne minime quidem prominulis, spatio inter eos lobo antico aeque lato; pallide ochraceum, longe flavicanti-setosum, angulis anticis, sulcis ad partem loboque postico piceis, laeve, granulis destitutum. Mesothorax utrinque ultra latera squamarum tegminum late prominens, lateribus rotundatum, flavicanti-setosum. Scutellum piceo-ferrugineum, basi utrinque ochraceum. Metathorax ochraceum, medio picescens. Squamae hemielytrorum scutello duplo breviores, pallide ochraceae totae, longe flavicanti-setosae. Pectus obscure ferrugineo-piceum, lateribus granulis instructis, metapleuris transversim sat profunde strigosis; acetabulis pallidis. Abdomen late ovale, longitudine et latitudine maxima ut 9 : 7, dorso nigro-fusco, setis sat longis adpressis flavicantibus, medio maculis biseriatis aliisque utrinque in seriem positis minus distinctis ochraceis, segmento primo margine apicali late rotundato, medio non nisi omnium levissime et latissime prominente, parte elevata basali medio late truncata lateribus late oblique sinuata, segmentis reliquis crebre sat fortiter strigulosis, granulis destitutis; ventre nigro-piceo, nitido, brevissime adpressim flavicanti-setuloso, transversim leviter aciculato, granulis destituto; connexivo nigro-fusco, segmentis macula anguli apicalis triangulari, tertiam partem apicalem laterum segmentorum intermediorum occupante angulisque imis anticis pallide ochraceis. Pedes nigro-picei, femoribus ipso apice tibiisque pallide ochraceis, his apice nigro-piceis; femoribus sat gracilibus, sat longe flavicanti-

setosis, anticis inferne basin versus setis brevibus rigidis minus dense instructis; tibiis setis brevioribus semierectis aliisque erectis longioribus pilosis, his interioribus crassitie media tibiae vix duplo longioribus. Long. ♀ 14 mm.

Patria: Nubia, Suakim, D. Stecker (Mus. Berol.).

8. Holotrichius apterus Jak.

Tab. II, figg. 14 et 15.

Mas: Corpus inferne nigricanti-piceum, nitidum, superne pallidum, cum antennis et pedibus dense longe et molliter pallide flavicanti-setosum et -pilosum. Caput pronoto fere $^1/_3$ brevius, superne pallide ferrugineum, inferne saepe obscurius, sub-laeve, longe pallide flavicanti-pilosum et -setosum, lateribus antice pilis longis pallidis adpressis pubescentibus, spatio interoculari superiore oculo magno vix magis quam $^1/_3$ latiore, inferiore angustissimo, basi articuli tertii rostri haud latiore. Oculi maximi, nigricantes, valde convexi, fortiter granulati, pallido-setosi. Rostrum fuscum vel nigro-piceum, pallido-setulosum, articulo ultimo ferrugineo. Antennae pallide ferrugineae vel testaceae, densissime longe griseo-pilosae, pilis sub angulo recto exsertis, setis longissimis tenuibus his pilis fere duplo longioribus, pallide flaventibus, leviter nutantibus, inter se sat distantibus, articulo primo capiti cum collo aeque longo, secundo pronoto parum breviore, tertio primo longitudine aequali, qvarto tertio fere $^1/_3$ breviore. Pronotum basi longitudine fere paullo latius, angulis apicalibus vix vel leviter prominentibus, spatio inter eos capiti mox pone oculos fere aeque lato, lobo antico postico inter angulos fere $^3/_5$ angustiore, lateribus utrinque ab apice longe ultra medium sat fortiter ampliato et sat leviter rotundato, dein versus sulcum breviter sat leviter constricto, utrinque sat convexo, basi ejus capiti cum oculis aeque lata vel parum latiore, lobo postico antico $^2/_3$ longiore, margine basali late rotundato, angulis obtusis, ultra marginem hemielytrorum levissime prominulis, interdum sub-acutiusculis, levissime reflexis (spec. e Syria); pallide ferrugineum, dense longe pallide flavicanti-setosum, lobo antico inter sulcos sub-laevi, postico dense irregulariter ruguloso crebreque fortiter granuloso, saepe angulis anticis loboque postico medio et lateribus inter angulos fuscescentibus. Scutellum ferrugineum, dense longe pallido-setosum, costis apiceque pallidioribus, hoc acuminato fortius reflexo vel in spinam brevius surgente. Hemielytra abdomen parum vel interdum sat superantia, pilis longis densis flaventibus curvatis sub-adpressis, fere straminea vel pallide flavo-testacea, clavo, corio interne et plerumque etiam apicem versus magis minusve

late membranaque griseis vel fuscescenti-griseis. Pectus obscure fuscum vel ferrugineum, pleuris sat granulosis, pilis longis flavis adpressis, meso- et metapleuris sat fortiter transversim strigosis. Abdomen oblongo-ovatum. Dorsum fuscum. Venter nigro-piceus, transversim aciculatus, pilis longis tenuibus flavicantibus adpressis, lateribus granulis minutis parce adspersis. Connexivum stramineum, segmentis angulo basali exteriore macula fusca triangulari, tertiam basalem partem vel $^{2}/_{5}$ basales marginis exterioris occupante notatis. Pedes fusci, femoribus longissime et dense pallido-pilosi, tibiis omnibus, basi et apice exceptis, pallide flavis vel fere stramineis, pallido-pilosis, anterioribus pilis subadpressis brevioribus setisque exsertis magis distantibus longis, setis marginis interioribus brevioribus et crassioribus, tibiis posticis setis nutantibus longis aliisque longissimis pallidis dense pilosis. Long. $15^{1}/_{2}$—$17^{1}/_{2}$ mm.

Femina: Corpus inferne fusco-ferrugineum, superne pallidius, dense sat longe pallide flavescenti-pilosum. Caput pronoto aequelongum, ferrugineum, inferne obscurius, pilis adpressis pallide flaventibus aliisque erectis sat longis dense setosum, spatio interoculari oculo parum magis quam duplo et dimidio latiore. Oculi fusci, setis brevioribus pallidis. Rostrum ferrugineum, breviter pilosulum. Antennae fusco-ferrugineae vel saepe pallide testaceae, articulis omnibus longe pallido-setosis, setis magis nutantibus brevioribus immixtis, articulo primo spatio interoculari capitis aequelongo et tertio paullo breviore, secundo pronoto longitudine subaequali, apice fusco, ultimis saepe fuscescentibus. Pronotum fere aeque longum ac basi latum, angulis apicalibus crassis, subrectis, extrorsum non nisi levissime prominulis, spatio inter eos capite parum vel nonnihil angustiore, lobo antico postico fere triplo longiore, lateribus subaequaliter obtuse rotundato, apice quam basi paullo fortius constricto, fortiter convexo, latitudine maxima spatio capitis interoculari duplo latiore, lobo postico margine basali inter angulos latissime sinuato vel subrecto, angulis basalibus ultra latera squamarum tegminum sat longe extensis, acutis vel acutiusculis, spatio inter eos lobo medio vix vel nonnihil latiore; ferrugineum, costis lobi antici angulisque posticis sub-testaceis, dense sat longe pallide flavicanti-setosum, granulis fere destitutum. Mesothorax utrinque rotundato-ampliatus, ultra latera squamarum tegminum prominens. Scutellum ferrugineum, longe pallide flaventi-setosum. Squamae hemielytrorum brevissimae, ferruginae, scutello fere $^{2}/_{5}$ breviores, pallide flaventi-setosae. Pectus obscure ferrugineum, dense fortiter granulosum, meso- et metapleuris sub granulis sat fortiter transversim strigosis; acetabulis pallidioribus. Abdomen late ovale, longitudine et latitudine maxima ut 5 : 4, dorso fusco-ferrugineo, opaculo, dense sat longe pallide flavente-setoso, transversim striguloso, subtiliter granuloso, segmentorum mar-

gine postico saepe pallidiore et medio subelevato, segmento primo parte elevata basali apice medio latissime truncata, lateribus utrinque oblique sinuata, margine apicali segmenti late rotundato, medio levissime late prominulo; ventre piceo, nitido, transversim strigoso, sat remote granuloso, setis pallide flaventibus in medio ventris magis distantibus, in lateribus fortius adpressis; connexivo piceo, dimidio apicali segmentorum flavo-testaceo. Pedes fusco-ferruginei, setis pallide flaventibus longioribus et brevioribus, exsertis et nutantibus setosi, femoribus anterioribus inferne ante vittam laevigatam tibiisque anterioribus inferne setis crassis brevioribus subspinuliformibus dense praeditis, tibiis pallido-flaventibus, basi et apice fusco-ferrugineis, posticis saepe obscurioribus. Long. 16—$17^2/_3$ mm.

Holotrichius apterus Jak., Пол. кавк. края, p. 161, ♀.

Mas brachypterus mari alati structura, colore pilositateque antennarum et pedum simillimus, tibiis posticis paullo obscurioribus, feminae structura capitis, thoracis totius et hemielytrorum nec non colore in omnibus similis, ab ea differt solum structura pilositateque antennarum, pronoti angulis posticis ultra latera squamarum tegminum parum prominulis, abdomine magis oblongo-ovali, longitudine et latitutine ut 10 : 5,5, segmentis dorsalibus margine postico medio haud elevatis sed dense breviter cinereo-ciliatis. Long. $16^1/_3$ mm.

Holotrichius apterus Jak., l. c. ♂.

Patria: Caucasus, Baku, Derbent, D. Becker, Ordubat (Coll. Jakovleff et Reuter), Vallis Araxes (Coll. Horvath), Elisabethopol (Mus. caes. Vindob.); Persia septentrionalis, D. J. Cristoph (Coll. Jakovleff); Syria (Coll. Signoret, ♂ ut *H. Cyrilli*).

9. Holotrichius albicans n. sp.

Mas: Corpus inferne nigricanti-piceum, nitidum, superne capite dorsoque abdominis exceptis lividum, longe livido-pilosum. Caput pronoto circiter $^1/_4$ brevius, fuscum, collo basi jugisque apice pallidis, superne longe livido-setosum, lateribus setis lividis adpressis, sublaeve, parte postica alte elevata, spatio interoculari superiore oculo solum circiter $^1/_5$ latiore, inferiore omnium angustissimo, medio articuli ultimi rostri aeque lato. Oculi maximi, valde convexi, granulati, postice setosi. Ocelli magni. Rostrum piceum, brevissime pallido-pilosulum. Antennae lividae, dense sat longe cinereo-pilosae, pilis sub angulo recto exsertis, setis longissimis lividis his pilis saltem duplo longioribus leviter nutantibus inter se sat remotis, articulo primo capiti a latere viso, collo

excepto, longitudine aequali, secundo pronoto aeque longo, tertio primo paullo longiore. Pronotum basi longitudine parum latius, angulis apicalibus rectis ne minime quidem prominulis, spatio inter eos capite pone oculos paullo angustiore, lobo antico postico inter angulos fere $^3/_5$ angustiore, lateribus ab apice longe ultra medium ampliato-rotundato, dein versus sulcum breviter constricto, basi ejus capite cum oculis aeque lata, lobo postico antico paullo magis quam dimidio longiore, margine basali late rotundato, angulis posticis obtusis, ultra marginem hemielytrorum leviter prominulis; lividum, longe livido-setosum, angulis apicalibus fuscis, lobo antico dilutissime sub-fuscescente, postico laevi, omnium subtilissime punctulato, impressione discoidali transversim leviter strigosa. Scutellum fuscum, carinis apiceque lividis, longe dense livido-setosum. Pectus pleuris parce subtiliter granulatum, mesopleuris interne fortius, metapleuris subtilius et densius transversim strigosis. Hemielytra abdomen sat superantia, pilis longis densis lividis adpressis, cum membrana tota livida. Abdomen oblongo-ovatum, piceum. Venter nitidus, densissime subtiliter transversim aciculatus, granulis totus destitutus, pilis longis lividis adpressis; segmento genitali basi et apice pallido. Femora picea, longe livido-setosa. Tibiae lividae, basi anguste paullo obscuriores, apice anguste piceo, longe livido-pilosae, setis longissimis magis exsertis alternantibus. Tarsi picei. Long. 14 mm.

Femina ignota.

Patria: Turkmenia, D. Reitter (Coll. Horvath).

10. Holotrichius laevigatus n. sp.

Tab. I, fig. 11.

Mas: Corpus fuscum, sat nitidum, capite, antennis pedibusque exceptis subglabrum (an pilae detritae?), granulis fere totum destitutum. Caput pronoto brevius, nigro-fuscum, collo pallidiore, sat breviter parcius fusco-setosum, sub-laeve, spatio interoculari superiore oculo vix magis quam $^1/_3$ latiore, spatio inferiore angusto, basi articuli tertii rostri aeque lato. Oculi maximi, valde convexi, fusco-nigri, opaci, breviter fusco-setosi. Rostrum fuscum, brevissime fusco-pilosulum. Antennae fuscae, longe fusco-setosae, articulo primo capiti collo excepto aeque longo, inferne setis etiam brevioribus densius positis, secundo pronoto longitudine aequali. Pronotum basi longitudini aeque latum, angulis apicalibus in tuberculum acutiusculum oblique antrorsum vergentem prominentibus, spatio inter apices tuberculorum capite cum oculis sat multo angustiore, lobo antico postico duplo angustiore, lateribus utrinque ab angulis

apicalibus ad sulcum medium sensim ampliatis et sat leviter rotundatis, basi ejus capite cum oculis paullo latiore, lobo postico antico parum magis quam dimidio longiore, margine basali sat fortiter late rotundato, utrinque versus angulos leviter reflexo, angulis sub-rectis, ultra latera hemielytrorum leviter prominulis; fuscum, sat nitidum, glabrum, granulis totum destitutum, lobo postico transversim leviter remote strigoso, carinis disci basalibus distinctissimis, tenuibus, nitidis, limbo basali declivi, dense longitudinaliter irregulariter striguloso. Scutellum fuscum, nitidum, glabrum, in apicem acutum levissime surgentem constrictum. Hemielytra abdomen nonnihil superantia, fusca, leviter nitidula, costis subtiliter flavicanti-pubescentibus, membrana paullo pallidiore. Pectus fuscum, prostethio lateribus antice parcius subtilissime granuloso, mesostethio sub-laeve, metastethii lateribus sat fortiter transversim strigosis. Abdomen oblongum. Venter fuscus, nitidus, pilis flavis sat brevibus adpressis, transversim subtiliter aciculatus, carina ventrali ad bases segmentorum guttula flavescenti notatus. Connexivum fuscum, segmentorum quarta apicali parte pallide flavente. Pedes fusci, femoribus sat breviter fusco-setosis, tibiis anterioribus sat breviter fusco-setosis, pallide testaceo-flavis, basi et apice cum tarsis fuscis, tibiis posticis cum tarsis longe et sat dense fusco-setosis, obscurius testaceis. Long. $16^2/_3$ mm.

Femina ignota.

Patria: Aegyptus (Mus. Holm).

11. Holotrichius Grimmii Jak.

Tab. I, fig. 12.

Mas ignotus.

Femina: Corpus obscure fuscum vel piceum, nitidulum, dense et longe fusco-setosum. Caput pronoti longitudine, obscure fuscum, nitidum, dense posterius longius, anterius paullo brevius fusco-setosum, spatio interoculari superiore oculo fere nonnihil magis quam triplo latiore, pone sulcum postocularem utrinque lineola transversali curvata testacea notatum. Oculi parvi, convexi, fusci, parcius breviter fusco-setulosi. Rostrum piceum, articulo primo densius, reliquis parcius fusco-setulosis. Antennae longe remote fusco-setosae, articulo primo piceo, spatio interoculari capitis vix longiore, reliquis testaceis, secundo pronoto aeque longo, apice fusco, tertio secundo solum paullulum breviore et primo fere magis quam dimidio longiore, quarto tertio circiter $^1/_4$ breviore. Pronotum fere aeque longum ac postice latum, angulis anticis antrorsum acute prominulis, spatio inter illos capite cum oculis paullo angustiore, lobo antico

postico magis quam triplo longiore, valde convexo, lateribus sat fortiter versus apicem et basin subaequaliter rotundatis, latitudine maxima fere in medio posita spatio capitis interoculari paullo minus quam duplo latiore, lobo postico margine basali inter angulos latissime sub-sinuato, angulis basalibus ultra latera mesopleurarum haud extensis, breviter acute prominentibus, spatio inter angulos basales lobo antico latitudine aequali; piceum, nitidum, sat dense et fortiter granulosum, sulcis laevibus, longe dense fusco-setosum. Mesothorax utrinque lateribus rotundato-ampliatus, ultra latera squamae tegminum prominens. Scutellum apice late rotundatum, piceum, sat fortiter granulosum, longe fusco-setosum. Squamae hemielytrorum scutello duplo breviores, piceae. Pectus ubique lateribus crebre fortiter granulosum. Abdomen late ovale, longitudine latitudineque maxima ut 4 : 3, obscure fuscum, dorso opaculo, longe fusco-piloso, creberrime subtiliter, segmento primo fortius, granuloso, hujus parte basali elevata utrinque sinuata, medio late truncata, ipso medio levissime prominulo, margine segmenti postico medio in lobum latum brevissimum apice latissime truncatum producto, marginibus apicalibus segmentorum omnium medio elevatis; ventre fortiter nitente, piceo, sat longe fusco-piloso, pilis in certa directione flavescentibus, lateribus distinctius aciculato, medio late sublanceolatim deplanato obsoletius aciculato, granulis subdestituto; connexivo obscure fusco, margine dense fusco-setuloso, limbo apicali interne angustius externe latius flavo-testaceo, hoc limbo pallido medio antrorsum angulatim extenso. Pedes picei, nitidi, longe et dense fusco-pilosi et -setosi, femoribus anticis inferne ante vittam laevigatam tibiisque anticis inferne setis rigidis nigro-fuscis subspinulae-formibus densissime munitis; tibiis pallide testaceis, basi et apice fuscis, tarsis fuscis. Long. 20 mm.

Holotrichius Grimmii Jak., Пол. кавк. края, p. 160.

Patria: Caucasus, Baku, D. Grimm (Coll. Jakovleff); Turcomania, D. Sievers (coll. Horvath).

12. Holotrichius luctuosus Muls. et May.

Tab. II, fig. 20.

Mas: ignotus.

Femina: Corpus glabrum, nitidulum, rarius opaculum. Caput pronoti longitudine, nitidulum, sublaeve vel levissime breviterque oblique strigulosum, setulis nonnullis brevibus rigidis (setulae saepe detritae) instructum; spatio interoculari oculo magis quam triplo vel interdum fere quadruplo latiore, sulco postoculari profundo, pone hunc utrinque stria obliqua magis minusve ampliata

antice marginem oculorum interiorem tangente testacea. Oculi parvi, sat leviter convexi. Rostrum piceum, pilosulum, articulo ultimo reliquis haud pallidiore. Antennae nigrae vel obscure piceae, articulo primo spatio interoculari capitis solum paullulum vel parum longiore, interdum autem huic spatio diametroque transversali oculi unici longitudine subaequali, setis brevibus rigidis fuscis exsertis, secundo pronoto longitudine subaequali, setis fuscis alternantibus longioribus et brevioribus. Pronotum basi longitudine distincte angustius, angulis anticis fere a basi annuli apicalis in tuberculum validum sensim acuminatum sed apice obtusiuscule rotundatum extrorsum vel interdum leviter antrorsum prominentibus, spatio inter apices tuberculorum capiti mox pone oculos aeque lato vel hoc nonnihil latiore; lobo antico postico circiter duplo et dimidio longiore, valde convexo, lateribus fortiter rotundatis, apicem quam basin versus magis constricto, latitudine maxima pone medium sita capite solum circiter $^1/_3$—$^2/_5$ latiore, lobo postico margine basali truncato versus latera leniter rotundato, angulis omnium levissime prominulis, rectis ipso apice rotundatis vel obtusiusculis; laeviusculum vel lobis inter sulcos strigis curvatis leviter sculpturatis. Mesothorax utrinque sat fortiter rotundato-ampliatus, ultra marginem squamarum tegminum lateralem sat prominens. Scutellum breve, latum, versus apicem sat angustatum, ipso apice tuberculo minuto surgente instructo. Squamae tegminum brevissimae, scutello circiter triplo breviores, apice pallidiores. Pectus granulis destitutum, pleuris sat irregulariter transversim strigosis. Abdomen oblongo-ovatum vel interdum fere ovale, granulis totum destitutum, dorso margine apicali segmenti primi sensim latissime rotundato, hoc segmento disco medio mox pone apicem partis elevatae basalis striolis 2—3 concentricis valde curvatis, parte apicali iterum distinctius strigosa, segmentis reliquis subtiliter transversim strigulosis vel fere aciculatis, omnium margine apicali medio subelevato; ventre sub-laevi, medio nitido, segmentis solum in parte posteriore distinctius transversim sat leviter aciculatis; connexivo segmentis macula sat parva anguli postici exterioris vel margine postico magis minusve lato nec non imo angulo basali exteriore margineque tenuissimo basali testaceis. Pedes setis rigidis brevibus fuscis, illis tibiarum crassitie harum maxima duplo—magis quam triplo brevioribus, femoribus tibiisque anticis inferne (illis antice) setulis brevibus densius positis crassis subspinulaeformibns. Long. 20—22 mm.

Colore variat:

Var. *nigricans:* Tota cum rostro, antennis et pedibus piceo-nigra, capite utrinque vitta obliqua testacea interne ampliata antice ad marginem interiorem

oculi producta; segmentis connexivi macula anguli postici exterioris margineque basali tenuissimo testaceis. Long. 22 mm.

Patria: Oran, D. L. Moisson (Coll. Montandon).

Var. *typica:* Nigra, opacula, capite utrinque vitta juxta marginem oculi interiorem maculaque basali colli testaceis, abdominis dorso margine postico segmentorum segmentisque connexivi macula parva anguli postici exterioris testaceis (sec. Mulsant et Puton). Long. 22 mm. (Non vidi).

Oreada luctuosa Muls. et May., Ann. Soc. Linn. Lyon (2), XVI, p. 293.

Patria: Pyrenaei: Pic de Taillefer, D. Valery-Mayet (specimen typicum in Mus. Institutionis S:tae Mariae, S:t Chamond).

Var. *fuscescens:* Corpus fuscum, capite postice stria obliqua testacea interne fortius ampliata et antice juxta marginem interiorem oculi prolongata, collo interdum macula basali testacea; abdomine dorso marginibus apicalibus segmentorum (medio paullo latius) testaceis, interdum vitta longitudinali discoidali lateribusque nigricantibus; connexivo margine apicali segmentorum sat late margineque adjacente basali angustissime testaceis. Long. 20—22 mm.

Patria: Algeria (Coll. Signoret); Tunisia: Dar-el-Bey, D. Deschamps (Coll. Puton).

Var. *pallescens:* Corpus ferrugineum; capite apice utrinque, gutta inter bases antennarum, parte postica superne gulaque fere testaceis; parte postica medio vitta sat lata lateribusque fusco-ferrugineis; antennis obscure piceis; pronoto fusco-ferrugineo, apice medio loboque antico inter sulcos flavo-ferrugineis vel fere testaceis, lobo basali quam in praecedentibus distinctius transversim strigoso; pectore flavo-ferrugineo, hic illic fuscescente; abdomine pallidius ferrugineo, dorso opaculo, marginibus segmentorum adhuc pallidioribus; connexivo ut in praecendente; pedibus fuscis. Long. 22 mm.

Patria: Syria: Caiffa (Coll. Horvath).

13. Holotrichius Bergrothii n. sp.

Tab. II, Fig. 17.

Mas alatus ignotus (Vide infra!).

Femina: Corpus longius fusco-setosum, nigro-piceum, leviter nitidulum. Caput pronoti longitudine, nitidulum, sub-laeve, modice longe fusco-setosum; pone sulcum postocularem stria transversali testacea. Oculi parvi. Rostrum piceum. Antennae piceae, remotius sat longe fusco-pilosae, articulo primo reliquis obscuriore, spatio interoculari capitis diametroque oculi unici longitudine

aequali, reliquis vix brevius pilosis, pallidioribus, interdum sub-testaceis, secundo pronoto parum longiore, tertio primo fere $^2/_3$ longiore, quarto tertio circiter $^1/_4$ breviore. Pronotum basi longitudine distincte angustius, angulis anticis extrorsum et oblique antrorsum leviter prominentibus, lobo antico postico fere triplo longiore, valde convexo, lateribus late sat fortiter rotundatis, latitudine maxima pone medium sita basi annuli apicalis dimidio latiore, lobo postico basi truncato, angulis posticis in spinulam brevem recurvatam productis, spatio inter hos angulos lobo antico paullo latiore; superne subcoriaceum, subgranulosum. Scutellum breve, latum. Squamae tegminum brevissimae, scutello circiter triplo breviores. Pectus pleuris granulis instructum, vix transversim strigosis. Abdomen oblongo-ovatum, dorso setis longis intricatis, segmentis omnibus subtiliter sub-coriaceis, non nisi omnium subtilissime granulosis, lateribus subtilissime sat dense aciculatis, cetero strigis impressis destitutis, omnibus margine apicali medio elevatis; ventre breviter fusco-setuloso, medio deplanato, segmentis transversim leviter aciculatis, granulis destitutis; segmentis connexivi macula angulorum posticorum minus quam quartam posticam longitudinis occupante et marginem internum haud attingente nec non ipso angulo antico ferrugineis. Pedes dense brevius fusco-pilosi, tibiis adhuc setis rigidis exsertis, his setis tibiarum posticarum exterioribus crassitie basali tibiae distincte brevioribus, sed crassitiei mediae longitudine subaequalibus, interioribus versus apicem positis longioribus, femoribus tibiisque anticis inferne setulis brevibus subspinulaeformibus dense munitis, tibiis apice curvatis; tarsis piceo-testaceis. Long. 21 mm.

Holotrichius tenebrosus Jak., Труд. Русск. Энт. Общ. VIII, T. II, fig. 3 b. (nec. Burm.).

Patria: Rossia meridionalis, Bogdo, D. Christoph, communicavit D. Dr E. Bergroth.

Obs.: Mas brachypterus (an re vera imago?) hujus speciei in Mus. Vind. Caes. asservatur (Rossia meridionalis, Sarepta, D. Becker), feminae superne descriptae in omnibus reliquis simillimus, capitis spatio interoculari superiore oculo circiter duplo et dimidio latiore, differt cetero solum antennis adhuc pilis mollibus griseis setis saltem duplo brevioribus sub angulo recto densissime pilosis, articulo primo spatio capitis interoculari diametroque oculi unici longitudine subaequali et tertio fere $^1/_4$ breviore, hoc secundo circiter $^1/_5$ breviore, angulis pronoti basalibus ultra latera mesosterni leviter prominulis, spatio inter eos lobo antico latiore, mesothorace lateribus subrectis parum ampliato, abdomine ovali, minus dilatato, longitudine et latitudine ut 10 : 7, ventre longius fusco-piloso, disco deplanato medio carinato, connexivi segmentis angulo

apicali exteriore angustius testaceis, pedibus multo longius pilosis, setis tibiarum posticarum crassitiei femorum aeque longis. Long. 17 mm.

Patria: Rossia meridionalis: Sarepta, D. Becker (Mus. Caes. Vind.).

14. Holotrichius rotundatus Stål.

Tab. II, fig. 13.

Mas ignotus.

Femina: Caput pronoto aequelongum, dense et longe pallide griseo-flavescenti-pilosum, granulosum, superne sat obscure ferrugineum, inferne nigro-fuscum, vel nigro-fuscum totum, spatio superiore interoculari oculo circiter triplo latiore. Oculi nigri, setosi. Rostrum nigro-piceum, pallide pilosulum, articulo ultimo ferrugineo. Antennae nigrae, piceae vel ferrugineae, apicem versus nigro-fuscae, setis longis pallide flaventibus exsertis sat remotis aliisque brevioribus fortius nutantibus setosis, articulo primo levissime curvato, latitudini capitis cum oculis longitudine subaequali, secundo pronoti longitudine, tertio primo parum longiore. Pronotum longitudine latitudineque basali subaequalibus, angulis apicalibus rectis, spatio inter eos capite cum oculis nonnihil angustiore, lobo antico cum annulo apicali postico circiter triplo longiore, illo utrinque sat fortiter aequaliter rotundato, basi ac apice fere aeque fortiter constricto, sat fortiter convexo, latitudine maxima spatio interoculari capitis duplo latiore, lobo postico margine basali truncato, angulis basalibus acutis, sub-reflexis, spatio inter eos latitudini maximae lobi antici aeque lato; fusco-nigrum vel obscure ferrugineum, dense et longe pallide griseo-flavicanti-setosum, sulcis lobi antici loboque postico nigricantibus, hujus angulis basalibus interdum ferrugineis. Mesothorax utrinque levissime rotundato ampliatus, ultra latera squamarum tegminum tamen distincte prominens, niger vel obscure ferrugineo-fuscus. Scutellum nigrum vel ferrugineum, granulosum, longe griseo-flavescenti-setosum, basi fere aequelongum. Squamae hemielytrorum scutello magis quam duplo breviores, ferrugineo-fuscae. Pectus niger vel obscure ferrugineo-fuscum, pilis adpressis flavicantibus, ubique dense fortiter granulosum, metapleuris sub granulis rugosis. Abdomen sat late oblongo-ovatum, nigrum, dorso opaco, sat longe flavescenti-setoso, pilis in certa directione fuscescentibus, dense subtiliter transversim striguloso subtiliterque creberrime granuloso, segmento primo parte elevata medio cum disco subconfluente lateribus magis discreta; ventre nitido dense brevius pallide flavescenti-setoso, setis aliis adpressis, transversim sat leviter aciculato, sat crebre subtiliterque granuloso; connexivo nigro, tertia parte apicali segmentorum testacea. Pedes nigri, longe

vel sat longe flavescenti-pilosi (longitudine pilositatis nonnihil variante), pilis in certa directione fuscescentibus, femoribus tibiisque anterioribus inferne setis brevioribus rigidis, sub-spinulaeformibus munitis, tibiis posticis pilis cumbentibus setisque longioribus exsertis, his exterioribus crassitie basali tibiae saltem dimidio longioribus, interioribus nonnullis longissimis; tarsis fusco-testaceis. Long. 17 mm.

Syn.: Holotrichius rotundatus Stål, En. Hem. IV, 77, 3 (spec. typic.).

Patria: Baku (Coll. Puton); Palaestina, D. Scott (Mus. Holm., spec. typic.); Syria, Caiffa, D. Reitter (Coll. Reuter); Turkestan, sec. Oschanin.

Variat pedibus paullo brevius setosis.

15. Holotrichius sibiricus n. sp.

Tab. II, figg. 18 et 19.

Mas: Corpus nigrum, opacum, dense nigro-setosum. Caput pronoto brevius, nigrum, opacum, ubique longe et dense nigro-setosum, spatio interoculari superiore oculo circiter $2^2/_3$ latiore, inferiore lato, diametro oculi transversali inferiore fere latiore; collo macula basali testacea. Oculi mediocres, fusco-nigri, sat longe nigro-setosi. Rostrum nigrum, sat longe nigro-pilosum. Antennae nigrae, pilis griseis recte exsertis densissime pilosis, setis sub angulo acutiusculo leviter nutantibus his pilis plerumque duplo longioribus nigris, articulo primo parti anteoculari capitis oculoque a latere visis longitudine subaequali et articulo quarto circiter $^1/_4$ breviore, secundo pronoto paullo breviore, quarto tertio circiter $^1/_3$ breviore. Pronotum basi longitudine paullo latius, angulis apicalibus in dentem acutum transversalem sat productis, spatio inter apices dentium capite mox pone oculos paullulum latiore, lobo antico postico duplo angustiore, lateribus utrinque ab apice versus basis rotundato-ampliato, paullo ante sulcum transversalem fortius constricto, latitudine maxima capite cum oculis paullo magis quam $^1/_5$ latiore, lobo postico antico cum annulo apicali circiter $^2/_5$ longiore, margine basali late arcuato, angulis posticis subrectis vel obtusiusculis, ultra latera hemielytrorum prominentibus; nigrum, opacum, longe nigro-setosum, leviter transversim rugosum, granulis fere destitutum. Scutellum nigrum, longe nigro-pilosum, apice sat longe acuminato leviter reflexo. Hemielytra abdomen paullulum superantia, nigra, opaca, setis nigris quam reliquis plagae superioris brevioribus, apicem versus curvatis dense setosa. Pectus nigrum, opacum, longe nigro-setosum, pleuris parce granulosis, meso- et metapleuris transversim strigosis, illis externe laevigatis. Abdomen oblongo-ovale.

Venter niger, opacus, longe nigro-pilosus, transversim dense sat fortiter aciculatus, granulis destitutus. Connexivum nigrum, angulis posticis exterioribus segmentorum macula triangulari pallide testacea notatis, hac macula externe tertiam apicalem occupante. Pedes nigri, setis longis exsertis aliisque brevioribus nutantibus dense pilosi, tarsis fusco-testaceis. Long. 16 mm.

Fèmina: Corpus nigrum, opacum, dense longe nigro-setosum. Caput pronoto distincte longius, nigrum, opacum, longe nigro-setosum, margine postico cinereo-pilosum, spatio interoculari oculo circiter triplo latiore; collo macula basali testacea. Oculi parvi, nigro-setosi. Rostrum nigrum, dense nigro-pilosulum, articulo ultimo ferrugineo. Antennae nigrae, setis longis exsertis aliisque brevioribus nutantibus nigris, articulo primo leviter curvato spatio interoculari capitis aeque longo et articulo tertio paullo minus quam $\frac{1}{3}$ breviore, secundo pronoto aeque longo, tertio basi anguste testaceo, quarto tertio circiter $\frac{1}{4}$ breviore. Pronotum basi longitudine distincte latius, angulis apicalibus in dentem acutum antrorsum vergentem fortiter ampliatis, spatio inter apices dentium capite cum oculis paullulum angustiore, lobo antico lateribus fortiter subaequaliter rotundato, basi ac apice fortiter constricto, latitudine maxima capite cum oculis circiter dimidio latiore, lobo postico antico cum apicali magis quam triplo breviore, margine basali recto, ad angulos posticos retrorsum leviter ampliato, his acute productis, subreflexis, ultra latera squamarum tegminum sat longe prominentibus, spatio inter eos lobo antico latiore; nigrum, opacum, longe nigro-setosum, parce granulatum. Mesothorax lateribus vix ampliatus, ultra latera squamarum tegminum haud vel vix prominens. Scutellum nigrum, longe nigro-pilosum, ipso apice tuberculo parvo acuto instructum. Squamae hemielytrorum scutello duplo breviores. Pectus nigrum, opacum, pilis longis griseis subadpressis, pleuris parcius sed sat fortiter granulatis, meso- et metapleuris transversim strigosis, illis externe laevigatis. Abdomen oblongo-ovatum, nigrum, longitudine et latitudine maxima ut 11 : 8, dorso opaculo, dense subtiliter granuloso, vix nisi lateribus transversim obsolete strigoso, sat longe nigro-setoso, segmento primo parte basali elevata apice latissime truncata lateribus breviter oblique sinuata, margine segmenti apicali medio in lobulum latissimum apice late rotundatum breviter producto; ventre toto opaco, dense minus longe nigro-setoso pilisque aliis flavescentibus adpressis, granulis destituto, medio sub-laevi, lateribus subtilissime parcius aciculato; connexivo nigro, margine breviter dense setuloso, angulis posticis segmentorum macula parva triangulari testacea, hac macula externe minus quam quartam apicalem segmenti partem occupante. Pedes nigri, dense sat longe nigro-setosi, setis aliis illis circiter duplo brevioribus alternantibus fortius nutantibus, femoribus

tibiisque anterioribus inferne setis brevioribus et crassioribus valde rigidis subspinulaeformibus densius praeditis; tarsis fusco-testaceis. Long. $16^2/_3$—17 mm.

Patria: Sibiria (Mus. Hung.), Dsungaria, Tarbagatai, D. Staudinger (Mus. Holm. et Coll. Reuter).

16. Holotrichius Fedtschenkoi n. sp.

Tab. II, figg. 21 et 22.

Mas: Corpus nigrum, opacum, cinereo-pilosum et nigro-setosum. Caput pronoto brevius, nigrum, opacum, pilis adpressis cinereis, longius nigro-setosum, apicem versus fuscescens, spatio interoculari superiore oculo $2^2/_3$—$2^3/_4$ latiore, inferiore lato oculo ab infero viso sat multo latiore. Oculi mediocres, fusci, nigro-setosi. Rostrum nigrum, nigro-pilosum, articulo ultimo piceo-ferrugineo. Antennae nigrae, pilis griseis recte exsertis densissime pilosae, setis nigris remotioribus his pilis plerumque duplo longioribus, levissime nutantibus praeditae, articulo primo parte anteapicali capitis oculoque a latere visis aeque longo et tertio circiter $^1/_4$ breviore, secundo pronoto breviore, quarto primo vix breviore. Pronotum basi longitudine paullo latius, angulis apicalibus extrorsum levissime prominulis, spatio inter eos capite mox pone oculos vix latiore, lobo antico modice convexo, postico distincte minus quam duplo angustiore, lateribus utrinque fortiter subaequaliter rotundato, basi sat fortiter constricto apice paullo latiore, latitudine maxima capite cum oculis circiter $^1/_4$ latiore, lobo postico antico cum annulo apicali aequelongo, margine basali late rotundato, angulis basalibus obtusis ultra latera hemielytrorum haud prominulis; nigrum, opacum, longe nigro-setosum, pilis subadpressis griseis immixtis, minus dense subtiliter granulatum. Scutellum nigrum, opacum, longe griseo- et nigro-setosum, apice longius acuto-producto sat fortiter reflexo. Hemielytra abdomen parum superantia, nigra, opaca, setis nigris et griseis subadpressis. Pectus nigrum, longe griseo-pilosum, acetabulis fuscescentibus, pleuris parcius sed sat fortiter granulatis, mesopleuris apice metapleurisque transversim strigosis. Abdomen oblongo-ovale. Venter niger, opacus, pilis brevioribus flavescentibus adpressis, granulis destitutus, transversim sat fortiter aciculatus, medio laevis. Connexivum nigrum, segmentis angulo apicali exteriore macula triangulari flavo-testacea, hac macula externe circiter tertiam apicalem partem segmentorum occupante. Pedes nigri, pilis longis exsertis aliisque duplo brevioribus nutantibus dense setosi, tarsis fusco-testaceis, articulo ultimo apice nigro, ungviculis testaceis. Long. $12^2/_3$—13 mm.

Femina: Corpus nigrum, opacum, dense cinereo-pilosum et sat longe nigro-setosum. Caput pronoto fere dimidio longius, nigrum, opacum, sat longe nigro-setosum, praecipue postice pilis subadpressis griseis, spatio interoculari oculo circiter quadruplo latiore, collo macula basali pallide flavente. Oculi parvi, nigri, brevius nigro-setosi. Rostrum nigrum, breviter nigro-pilosulum, articulo ultimo ferrugineo. Antennae nigrae, setis longis nigris exsertis aliisque brevioribus fortiter nutantibus pilosae, articulo primo spatio capitis interoculari parum longiore et parte anteoculari capitis a latere visae aeque longo, articulo secundo tertio tamen circiter $^1/_4$ breviore, leviter curvato, secundo pronoto longitudine subaequali. Pronotum basi longitudine distincte latius, angulis apicalibus subrectis, spatio inter eos capite mox pone oculos vix latiore, lobo antico lateribus valde rotundatis, basi ac apice fortiter constricto, fortiter convexo, latitudine maxima capite cum oculis saltem $^2/_5$ latiore, lobo postico antico cum annulo apicali saltem triplo breviore, margine postico recto, angulis basalibus acutis, subreflexis, leviter prominentibus, spatio inter eos lobo antico paullulum latiore; nigrum, opacum, sat longe nigro-setosum, pilis griseis subadpressis immixtis, granulis fere nullis; angulis basalibus interdum fusco-ferrugineis. Mesothorax lateribus haud rotundatus, utrinque ultra latera squamarum tegminum levissime prominens. Scutellum nigrum, opacum, griseo- et nigro-setosum. Squamae hemielytrorum scutello duplo breviores, griseo-pilosae. Pectus nigrum, opacum, pilis adpressis longioribus griseis, pleuris fortiter sed parcius granulatis, metapleuris vix strigosis; acetabulis fuscescentibus. Abdomen oblongo-ovatum, nigrum, dorso opaco, pilis longis nigris adpressis, aliis erectis nigris setoso, sutura apicali segmenti primi late rotundata medio vix prominula, ventre opaculo, pilis pallidis adpressis aliisque nigris suberectis, transversim aciculato, granulis minutissimis parce adspersis vix nisi aegerrime distinguendis; connexivo nigro, margine exteriore dense breviterque nigro-setuloso, segmentis margine apicali tenuiter maculaque parva triangulari anguli apicalis exterioris flavo-testaceis, hac macula minus quam quartam apicalem partem marginis exterioris occupante. Pedes nigri, setis sat brevibus semi-adpressis dense setosi, aliis remotis exsertis illis longioribus, tibiis anterioribus inferne versus apicem setis brevibus crassioribus fere spinulaeformibus dense positis, tarsis fusco-testaceis, ungviculis testaceis. Long. 15 mm.

Patria: Turkestan, Sangi Dschuman, Pandschikent, D. Fedtschenko (Mus. Mosc. et Coll. Reuter).

17. Holotrichius moestus n. sp.

Tab. II, figg. 23 et 24.

Mas: Corpus nigrum, opacum, nigro-setosum. Caput pronoto saltem $^1/_4$ brevius, nigrum, opacum, nigro-setosum, spatio interoculari superiore oculo fere triplo latiore, inferiore oculo ab infero viso multo latiore. Oculi mediocres, fusco-nigri, parce nigro-setosi. Rostrum nigrum, nigro-pilosum, articulo tertio ferrugineo. Antennae nigrae, pilis griseis recte exsertis dense pilosae, setis nigris illis pilis plerumque duplo longioribus, levissime nutantibus remotioribus praeditae, articulo primo capiti a latere viso, collo excepto, aeque longo et tertio vix $^1/_6$ breviore, secundo pronoto longitudine subaequali, quarto tertio fere $^1/_4$ breviore. Pronotum basi longitudine vix latius, angulis apicalibus rectis, ne minime quidem prominulis, spatio inter eos capiti mox pone oculos aeque lato, lobo antico leviter convexo postico duplo angustiore, lateribus utrinque ab apice versus basin fortiter rotundato-ampliato paullo ante sulcum transversalem subito rotundato-constricto, basi lobi apice ejus paullo latiore, latitudine maxima capite cum oculis paullulum latiore, lobo postico antico cum annulo apicali paullo longiore, margine basali late rotundato, angulis posticis obtusis, ultra marginem lateralem hemiclytrorum levissime prominulis, saepe ipso apice leviter subreflexo; nigrum, opaculum, longe nigro-pilosum, granulis destitutum, saepe lateribus transversim limboque basali longitudinaliter strigulosis. Scutellum nigrum, opacum, nigro-setosum, apice longius acuminato leviter reflexo Hemiclytra abdomen parum superantia, nigra, opaca, setis nigris sat longis semierectis decurvatis dense setosa. Pectus nigrum, opacum, pleuris pilis longis flavicantibus adpressis, parcius sed sat fortiter granulatis, mesopleuris apice metapleurisque transversim strigosis. Abdomen oblongo-ovale. Venter niger, opaculus, pilis nigris longis ad partem erectis ad partem nutantibus, granulis destitutus, disco laevigatus, lateribus subtiliter transversim aciculatus. Connexivum nigrum, segmentis solum margine apicali tenuissime punctoque parvo anguli apicalis exterioris testaceis. Pedes nigri, longe nigro-setosi, setis aliis brevibus fortiter nutantibus alternantibus, tibiis inferne apicem versus setis longis exsertis destitutis, tarsis fusco-testaceis, ungviculis testaceis. Long. $14^1/_3$ mm.

Femina: Corpus nigrum, opacum, dense griseo- et nigro-setosum. Caput pronoto saltem $^2/_5$ longius, nigrum, opacum, nigro-setosum, praecipue postice setis griseis immixtis; spatio interoculari oculo quadruplo latiore, collo macula basali pallide flavente. Oculi parvi, nigri, parce breviter nigro-setosi. Rostrum nigrum, dense breviter nigro-setulosum, articulo ultimo ferrugineo. Antennae

nigrae, longe remote nigro-setosae, setulis aliis brevibus fortiter nutantibus immixtis; articulo primo latitudini capitis totius cum oculis parum breviore et parti ante-apicali capitis vix aequelongo, leviter curvato, secundo pronoto longitudine aequali. Pronotum basi longitudine paullulum latius, angulis apicalibus rectis ne minime quidem prominulis, spatio inter eos capiti mox pone oculos aeque lato, lobo antico fortiter convexo, lateribus utrinque subaequaliter valde rotundato, basi ac apice fere aeque fortiter constricto, latitudine maxima capite cum oculis paullo magis quam $^1/_4$ latiore, lobo postico antico cum annulo apicali magis quam triplo breviore, margine postico recto, angulis basalibus extrorsum sat longe productis, ultra latera squamarum tegminum longius excedentibus, acutis, levissime reflexis; nigrum, opacum, granulis fere destitutum, longe nigro-setosum, pilis griseis longis immixtis. Mesothorax lateribus parallelis, ultra latera squamarum tegminum levissime prominens. Scutellum nigrum, opacum, longe nigro-setosum et griseo-pilosum, apice acuminato leviter reflexo. Pectus nigrum, opacum, pilis longis griseis adpressis, granulis paucis adspersis, meso- et metapleuris haud strigosis. Squamae hemielytrorum vix distingvendae. Abdomen oblongo-ovatum, modice latum, nigrum, dorso opaco, longe denseque nigro- et griseo-setoso, nec granuloso nec transversim strigoso, margine apicali segmenti primi medio fortius rotundato; ventre opaco, brevite- et dense nigro-setoso, pilis adpressis flavescentibus, granulis destituto, lateribus non nisi omnium subtilissime aciculatis; connexivo nigro, segmentis solum margine apicali tenuiter flavo-testaceo. Pedes nigri, dense nigro-setosi, setis longioribus exsertis aliisque brevioribus fortiter nutantibus alternantibus, tibiis inferne versus apicem setis longis destitutis, anterioribus inferne apicem versus setulis sub-spinulaeformibus; tarsis fusco-testaceis. Long. $15^1/_3$ mm.

Patria: Turkestan, Varzaminor, D. Fedtschenko (Mus. Mosc. et Coll. Reuter).

SPECIES MIHI IGNOTAE:

18. H. tristis Jak.

„*Mas* ignotus.

Femina brachyptera: Tota nigra, antennis, maculis duabus inter oculos, vittis angustis angulorum segmentorum abdominis pedibusque fusco-flavis, tibiis praecipue posticis nigro-fuscis. Corpus pilis rufo-ferrugineis vel nigro-fuscis. Abdomen superne pilis destitutum, solum medio et lateribus pilis nonnullis

longissimis tenuibus decumbentibus. Antennae obscure flavicanti-fuscae, ubique pilis longissimis exsertis aliisque densius praecipue inferne positis brevioribus albidis; articulo primo, apice secundi, tertio, basi excepta, quartoque toto nigrofuscis, articulo primo basi flavicante. Pronotum ante marginem posticum valde constrictum, angulis posticis acutis, nonnihil reflexis, spatio inter apices angulorum longitudine latiore. Caput pronotumque setis dense instructa. Abdomen ovale, segmento ultimo rotundato. Tibiae posticae rectae. Long. 18 mm.

A *H. tenebroso* [h. e. *Bergrothii* supra] corpore minore, statura abdominis, tibiis rectis, structura pilositateque breviore et rigidiore pronoti magis transversi divergens.“

Jak., Труд. Русск. Энт. Общ. T. VIII, N:o 1, p. 79, T. II, f. 3 a (1874).

Patria: Rossia meridionalis, ad Mangischlak, D. Becker.

19. H. lividus Burm.

„Luteo-lividus, pilosissimus, abdominis medio fusco, margine albido-maculato. Long. 8 lin.“

Burm., Handb. d. Ent. II, p. 248, 2.

Patria: Caffraria, D. Krebs.

20. H.? squalidus Dougl. et Scott:

„Niger, impunctatus; nodo verticis et appendicibus antennarum brunneis; abdomine supra livido-brunneo, lineis brevibus transversis angulisque posticis (?) segmentorum connexivi late nigris. Long. $5^1/_2$ lin.“

„Corpus ovatum, breve. Caput pronoti longitudine, medio latissimum, partibus ante-oculari et post-oculari aeque longis, inter oculos linea profunda impressa, postice nodiforme, inter antennas tuberculis duobus minutis instructum. Antennae articulo primo capite paullo breviore, basi lobo pendente instructo. Rostrum crassum, curvatum, inter coxas anticas extensum, articulo ultimo longissimo (!). Pronotum breve, transversum, longitudinaliter valde convexum, margine anteriore carinato. Scutellum breve, transversum, depressum, postice rotundatum. Elytra brevissima. Alae nullae. Pedes femoribus anticis incrassatis, femoribus tibiisque posticis valde elongatis, tarsis omnibus curvatis, articulo primo et secundo (!) brevissimis, tertio valde elongato. Abdomen

latum, ovatum, supra valde concavum, infra convexum, connexivo lato, margine serrato (!).

Lochus squalidus Dougl. et Scott, Ent. Monthl. Mag. V, p. 139, 43 (1868).

Vix hujus generis species, quamvis a D:re Puton in genere *Holotrichius* dubiose enumerata (Cat. Hém. de la faune paléarct. 1886). *Obs.* Articulus ultimus rostri longissimus; connexivum margine serratum, angulis *posticis* nigris.



Addendum.

Holotrichius tibialis m.

(Vide supra p. 19, 7).

Mas: Corpus inferne piceum, superne pallide ochraceum, longe et dense flavo-setosum. Caput pronoto paullo brevius, pallide ochraceum, longe setosum, margine postico colli, parte ocellifera, tuberculis antenniferis basi, genis gulaque nigro-piceis; spatio interoculari superiore oculo fere $1/3$ latiore, spatio interoculari inferiore basi articuli tertii rostri aeque lata. Oculi magni, setosi. Rostrum piceum, sat dense brevius pilosum, articulo primo testaceo, ultimo ferrugineo. Antennae pallide ochraceae, articulis ultimis fuscis, dense pallido-pilosae, setis longis articuli primi fere recte exsertis, reliquorum leviter nutantibus, sat dense immixtis, his setis pilis mollibus circiter duplo longioribus; articulo primo capiti collo excepto longitudine aequali, secundo pronoto aeque longo. Pronotum basi longitudini aeque latum, angulis apicalibus rectis, spatio inter eos capite mox pone oculos angustiore, lobo antico postico inter angulos hujus duplo angustiore, lateribus versus sulcum medium sensim rotundato-ampliato, apice quam ad sulcum multo angustiore, sulcis obliquis sat profundis, carinis inter eos quatuor per sulcum transversalem medium in lobum posticum productis; lobo postico antico cum annulo apicali paullo longiore, dense rugoloso, limbo basali magis laevigato, subtilissime punctulato, utrinque prope latera impresso, angulis obtusis, rotundatis, ultra latera corii parum prominulis; pallide ochraceum, longe flavo-setosum, sulcis piceis. Scutellum nigro-piceum, longe

dense flavo-setosum, carinis pallide ochraceis, apice sat reflexo. Hemielytra abdominis longitudine, pallide ochracea, nitidula, pilis sat brevibus suberectis apice retrorsum curvatis densissime pilosa, membrana leviter grisescente, areis basi dilute fuscis. Pectus nitidulum, nigro-piceum, acetabulis maculaque laterali postica pro- et meso-pleurarum pallide ochraceis, meso- et meta-pleuris transversim strigosis, granulis nonnullis parce adspersis, pilis adpressis flavidis. Abdomen oblongo-ovale, dorso fusco, marginibus segmentorum seriebusque duabus discoidalibus macularum pallide ochraceis, connexivo pallide ochraceo, lateribus apicem versus longe flavo-setoso, $^2/_5$ basalibus segmentorum fuscis; ventre piceo, adpressim flavo-piloso, lateribus ochraceis, transversim aciculato, granulis destituto. Pedes pilis flavis fortiter nutantibus aliisque exsertis longis pilosi. Femora picea, apice ochracea. Tibiae omnes longe setosae, pallide ochraceae, apice piceae. Tarsi longe setosi, ochracei, articulis apice piceis, ungviculis testaceis. Long. 13 mm.

Patria: Obock ad Mare rubrum (Coll. Puton).

Femina genis infra et pone oculos tumidis.

Holotrichius luctuosus Muls. et May.

(Vide supra p. 25, 12).

Mas (verisimiliter hujus): Corpus piceo-nigrum, brevissime parcius setulosum. Caput lobo postico pronoti vix longius, granulis destitutum, parce breviter fusco-setosum, spatio interoculari superiore oculo circiter $^1/_3$ latiore, spatio interoculari inferiore crassitie articuli tertii rostri haud latiore. Oculi magni, convexi, dense granulati, postice setosi. Rostrum nigro-piceum, breviter setulosum, articulo ultimo reliquis haud pallidiore. Antennae nigrae, densissime griseo-pilosae, setis leviter nutantibus fuscis plerisque pilis mollibus duplo longioribus; articulo primo capiti collo excepto longitudine subaequali; secundo pronoto parum breviore. Pronotum basi longitudine vix latius, angulis apicalibus in tuberculum vel dentem robustum extrorsum et levissime antrorsum vergentem productis, spatio inter apices angulorum capite mox pone oculos parum latiore, lobo antico postico inter angulos posticos fere $^3/_5$ angustiore, lateribus versus sulcum medium rotundato-ampliato, apice quam ad sulcum fortius constricto; lobo postico antico cum annulo apicali fere duplo longiore, marginibus lateralibus ante angulos posticos fortius rotundatis, his ultra latera hemielytrorum haud prominulis, margine basali sat fortiter arcuato, ante angulos utrinque sub-sinuato, disco anterius dense transversim rugoso, carinis pone sulcum divergentibus distinctis, postice longitrorsum strigoso, convexiusculo, limbo ba-

sali utrinque ante marginem transversim impresso; nigrum, opacum, parce brevissime fusco-setulosum, granulis destitutum. Scutellum nigrum, opacum, transversim rugosum, granulis destitutum, apice acuminato horizontali. Hemielytra abdomen paullulum superantia, fusco-nigra, opaca, costis setis fuscis brevibus semideflexis, membrana concolore. Pectus nitidum, piceo-nigrum, meso- et metapleuris transversim strigosis, illis medio laevigatis vix nisi granulis omnium minutissimis et paucissimis instructis. Abdomen oblongo-ovale, nigro-piceum, segmentis connexivi quarta apicali parte pallide flaventibus; ventre nitido, dense fortiter transversim aciculato, granulis destituto, setis brevibus fuscis nutantibus, carina media ad apicem segmenti quinti continuata. Pedes nigri, femoribus tibiisque anterioribus breviter setulosis; setis tibiarum anticarum nonnullis paullo longioribus crassitie tibiae haud longioribus, tibiarum intermediarum hac crassitie paullo longioribus; tibiis posticis setis brevioribus aliisque longis semierectis pilosis; tarsis cum ungviculis nigro-piceis, tibia haud pallidioribus. Long. $20\frac{2}{3}$ mm.

Patria: Bou Kanefis, D. de Vauloger (Coll. Montandon).

Index alphabeticus.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XIX. № 4.

ÜBER MINIMALFLÄCHENSTÜCKE, DEREN BEGRENZUNG VON DREI GERADLINIGEN THEILEN GEBILDET WIRD

VON
E. R. NEOVIUS.

II.

Abschnitt II.

Analytische Bestimmung von Minimalflächenstücken, deren Begrenzung von drei Geraden gebildet wird, von denen je zwei auf einander senkrecht stehen, deren Abstände aber beliebige Grösse haben.

Stellung der Aufgabe. Gestalt des sphärischen Bildes Q' des Minimalflächenstückes.

Es liegt nun nahe an die Stelle der im vorhergehenden Abschnitte betrachteten *Riemann*schen Fläche Q (pag. 29), welche im Innern einen Windungspunkt erster Ordnung besitzt, eine andere *Riemann*sche Fläche Q' treten zu lassen, welche mit der Fläche Q die Begrenzungslinie gemein hat und sich von ihr dadurch unterscheidet, dass der Windungspunkt der Fläche Q' eine andere Lage hat als bei der Fläche Q.

Hierbei kann man die Variabilität dieses Windungspunktes zunächst auf das Innere desjenigen Kugeloctanten beschränken, welcher von der Fläche Q doppelt überdeckt wird.

Man kann sich die Aufgabe stellen, ein von drei geraden Linien begrenztes Minimalflächenstück M' analytisch zu bestimmen, welches drei ins Unendliche reichende Flächentheile besitzt und dessen durch parallele Normalen vermittelte conforme Abbildung auf die Hülfskugel vom Radius Eins durch die *Riemann*sche Fläche Q' geometrisch dargestellt wird.

Der Windungspunkt der Fläche Q' möge wie bei der Fläche Q mit $\mathfrak{A}'$ bezeichnet werden.

Es wird hierbei angenommen, dass den drei Stücken der Begrenzung der Fläche Q' die geradlinigen Begrenzungslinien des Minimalflächenstückes M' entsprechen, während dem Punkte $\mathfrak{A}'$ ein im Innern des Flächenstückes M' liegender singulärer Punkt erster Ordnung entspricht.

Die hierdurch entstehende Aufgabe stimmt mit derjenigen überein, welche in der posthumen Abhandlung *Riemanns*, ohne näheres Eingehen auf die speciellen Fälle, welche bei dieser Aufgabe eintreten können, besprochen ist.

Der Weg, den ich zur Behandlung dieser Aufgabe einschlage, unterscheidet sich von dem in der *Riemann*schen Abhandlung eingeschlagenen hauptsächlich dadurch, dass die Theorie der *Riemann*schen P-Functionen zum Verständniss derselben nicht vorausgesetzt wird.

Es ist hierbei zu erwarten, dass die Gestalt des Minimalflächenstückes M' mit der Gestalt des im vorhergehenden Abschnitte untersuchten Minimalflächenstückes M in sofern übereinstimmen wird, als die drei ins Unendliche reichenden Flächentheile auch bei dem Minimalflächenstücke M' entweder drei rechtsgewundenen oder drei linksgewundenen Schraubenflächen sich asymptotisch annähern, während die Abstände der das Flächenstück M' begrenzenden Geraden nicht mehr einander gleich sind. Diese Vermuthung bestätigt sich in der That, wenn die Variabilität des Windungspunktes in der angegebenen Weise beschränkt wird.

Die Formeln hingegen, zu welchen die Auflösung der gestellten Aufgabe führt, besitzen einen höheren Grad der Allgemeinheit, als die gestellte Aufgabe erwarten lässt, und gerade die Untersuchung der verschiedenartigen Fälle, welche hierbei eintreten können, bietet ein besonderes Interesse dar.

Conforme Abbildung der Riemann'schen Fläche Q' auf eine Halbebene.

Die Ecken der *Riemann*schen Fläche Q' entsprechen, wie die Ecken der Fläche Q, den Werthen $s = 0$, $s = -1$, $s = -i$.

Es handelt sich darum, die Fläche Q' zusammenhängend und in den kleinsten Theilen ähnlich auf die Fläche einer Halbebene abzubilden, deren Punkte die Werthe einer complexen Grösse t geometrisch darstellen.

Hierbei sollen den, den Werthen $s = 0$, $s = -1$, $s = -i$ entsprechenden Ecken der Fläche Q', der Reihe nach die Werthe $t = 0$, $t = \infty$, $t = 1$ zugeordnet werden. Diese Wahl wird mit Rücksicht darauf getroffen, dass die Schlussformeln sich bequemer mit den in *Riemanns* Werke angegebenen Formeln vergleichen lassen. Abgesehen von diesem Gesichtspunkte, würde

jede andere Zuordnung ebenso brauchbar sein wie diejenige, welche im Vorstehenden bevorzugt wurde.

Ich betrachte zuerst die durch die Function

$$\zeta = 1 - \left(\frac{1+s^2}{1-s^2}\right)^2 = \left(\frac{2si}{1-s^2}\right)^2$$

vermittelte conforme Abbildung.

Durch diese Function wird die Fläche Q' auf eine aus fünf Halbebenen bestehende *Riemann*sche Fläche conform abgebildet. Von diesen fünf Halbebenen sind drei schlicht, während zwei durch den Windungspunkt mit einander zusammenhängen, welcher infolge der conformen Abbildung dem Windungspunkte $\mathfrak{A}'$ der *Riemann*schen Fläche Q' entspricht. Denn die Fläche jedes der fünf Kugeloctanten, aus denen die Fläche Q' zusammengesetzt ist, wird durch die angegebene Function auf eine Halbebene in der Art abgebildet, dass den Ecken jedes derselben $s = 0$, ∞; $s = \pm i$; $s = \pm 1$ die Werthe $\zeta = 0$, $\zeta = 1$, $\zeta = \infty$ zugeordnet werden.

Durch symmetrische Wiederholung des aus fünf Halbebenen bestehenden Bereiches entsteht eine geschlossene, einfach zusammenhängende fünfblättrige *Riemann*sche Fläche H, welche in den Punkten $\zeta = 0$, $\zeta = 1$, $\zeta = \infty$ je zwei Windungspunkte *erster* Ordnung besitzt. Ausserdem besitzt diese *Riemann*sche Fläche zwei in Bezug auf die Axe des Reellen der ζ-Ebene symmetrisch liegende Windungspunkte *erster* Ordnung. Diese Fläche besitzt also im Ganzen *acht* Windungspunkte *erster* Ordnung.

Die fünfblättrige Fläche H kann nun, da sie einfach zusammenhängend ist, durch die inverse Function einer rationalen Function *fünften* Grades auf die Fläche einer schlichten Ebene conform abgebildet werden. Zu dieser Ebene kann man diejenige wählen, deren Punkte durch die Werthe der complexen Grösse t geometrisch dargestellt werden.

Ich gehe nun dazu über, die rationale Function fünften Grades der Grösse t, durch deren Umkehrung diese Abbildung vermittelt wird, wirklich zu bestimmen.

Jedem der drei Werthe $s = \infty$, $s = 1$, $s = i$ entsprechen zwei Punkte der Begrenzung der Fläche Q' und diesen entsprechen die sechs auf der Axe des Reellen der ζ-Ebene liegenden Windungspunkte der *Riemann*schen Fläche H. Den beiden Windungspunkten der Fläche H, welche infolge der angegebenen conformen Abbildung den beiden, dem Werthe $s = \infty$ entsprechenden Punkten der Begrenzung der Fläche Q' zugeordnet werden, mögen die

Werthe $t = \alpha$, $t = \beta$ entsprechen, analogerweise den, dem Werthe $s = 1$ entsprechenden Windungspunkten, die Werthe $t = \gamma$, $t = \delta$, und den, dem Werthe $s = i$ entsprechenden Windungspunkten, die Werthe $t = \mu$, $t = \nu$ entsprechen. (Fig. 1).

Dann ergeben sich die Gleichungen:

$$\zeta = c\, \frac{t(t-\alpha)^2 (t-\beta)^2}{(t-\gamma)^2 (t-\delta)^2},$$

$$\zeta = 1 + c' \frac{(t-1)(t-\mu)^2 (t-\nu)^2}{(t-\gamma)^2 (t-\delta)^2}.$$

Setzt man

$$(t-\alpha)(t-\beta) = \lambda L,$$

$$(t-\gamma)(t-\delta) = \lambda \sqrt{c}\, M,$$

$$(t-\mu)(t-\nu) = \lambda \sqrt{\frac{c}{c'}}\, N,$$

so handelt es sich darum, in allgemeinster Weise drei ganze Functionen *zweiten* Grades L, M, N der Grösse t zu bestimmen, welche für jeden Werth von t die Gleichung

$$\zeta = \frac{t L^2}{M^2} = 1 + \frac{(t-1) N^2}{M^2}$$

oder

1) $$L^2 t - M^2 = N^2 (t-1)$$

befriedigen.

Aus dieser Gleichung ergibt sich zunähst durch Vergleichung der Glieder dritter Ordnung, indem man nöthigenfalls N mit $-N$ vertauscht, dass die Coefficienten des höchsten Gliedes der Functionen L und N einander gleich gesetzt werden können, und durch Vergleichung der constanten Glieder, in dem man nöthigenfalls M mit $-M$ vertauscht, dass die constanten Glieder der Functionen M und N einander gleich gesetzt werden können.

Zur Auffindung der allgemeinsten Bestimmung dieser Functionen L, M, N führt ein specielles, der Auflösung Diophantischer Gleichungen mittelst Factorenzerlegung nachgebildetes Verfahren.

Man erhält zunächst

$$(L^2 - N^2)\, t = M^2 - N^2$$

Setzt man nun

2) $$L = N + l\,,$$

wo l eine ganze Function *ersten* Grades der Grösse t bezeichnet, so ergibt sich

$$(2\,N + l)\, lt = (M + N)\,(M - N)\,.$$

Da nach Obigem die constanten Glieder der Functionen M und N einander gleich gesetzt werden können, so kann man setzen

3) $$M = N + mt\,,$$

wo m eine ganze Function *ersten* Grades der Grösse t bezeichnet.

Somit ergibt sich

4) $$(2\,N + l)\, l = (2\,N + mt)\; m\,.$$

Wollte man voraussetzen, dass die beiden ganzen Functionen l und m sich nur durch einen constanten Factor von einander unterscheiden, so würde sich ergeben, dass N, mithin auch L und M, die ganze Function m als Factor enthalten müssen. Dies ist aber, der Voraussetzung zufolge, nicht möglich.

Der Fall, in welchem m sich auf eine constante reducirt, würde dahin führen, dass N vom ersten Grade sein müsste, was ebenfalls unzulässig ist.

Hieraus folgt, dass die Functionen l und m zwei lineare Functionen sein müssen, deren Quotient nicht constant ist.

Da l den Factor m nicht enthält, so muss, der Gleichung 4) zufolge, der Factor m in $2\,N + l$ enthalten sein. Daraus ergibt sich, wenn mit n eine ganze Function *ersten* Grades bezeichnet wird,

5) $$2\,N + l = mn\,,$$

woraus sich ferner ergibt

6) $$\mu'\,(n + t) = l\,,$$

7) $$\mu'\,(n + 1) = m\,,$$

wenn mit μ' eine constante bezeichnet wird.

Für die Functionen L, M, N ergeben sich hiernach folgende Bestimmungen:

$$8)\qquad \left\{\begin{aligned} L &= \tfrac{1}{2}\mu'(n^2+2\,n+t)\,,\\ M &= \tfrac{1}{2}\mu'(n^2+2\,nt+t)\,,\\ N &= \tfrac{1}{2}\mu'(n^2-t)\,. \end{aligned}\right.$$

Der den drei gefundenen Ausdrücken gemeinsame Factor $\frac{1}{2}\mu'$ kann ohne Nachtheil durch die Einheit ersetzt werden.

Die ganze Function ersten Grades, welche mit n bezeichnet wurde, enthält zwei willkürliche Constanten. Von der Wahl dieser Constanten hängt die Bestimmung der Grössen α, β durch die Gleichung $L=0$, der Grössen γ, δ durch die Gleichung $M=0$, der Grössen μ, ν durch die Gleichung $N=0$ ab.

Ausser diesen sechs Werthen entsprechen noch zwei Werthen der Grösse t Windungspunkte der Fläche H. Um diese aufzufinden, kann man von der Bemerkung Gebrauch machen, dass die Ableitung $\frac{d\zeta}{dt}$ für alle diejenigen Werthe des Arguments t, welchen ein im Endlichen liegender Windungspunkt der Fläche H entspricht, den Werth Null haben muss, und dass daher die Ausdrücke L und N Factoren des Zählers von $\frac{d\zeta}{dt}$ sein müssen. Der übrig bleibende Factor zweiten Grades des Zählers von $\frac{d\zeta}{dt}$, welcher mit D bezeichnet werden möge, ergibt also gleich Null gesetzt diejenigen beiden Werthe $t=\omega$, $t=\omega_1$ der Grösse t, welchen der siebente und achte Windungspunkt der Fläche H entspricht.

Es ergibt sich

$$M^3\,\frac{d\zeta}{dt} = L\,.\,N\left\{n^2-2\,n\,(t-1)-t+4\,t\,(t-1)\,\frac{dn}{dt}\right\}.$$

Es ist also

$$D = c_1'\,(t-\omega)\,(t-\omega_1) = n^2-2\,n\,(t-1)-t+4\,t\,(t-1)\,\frac{dn}{dt}\,.$$

Aufstellung der Ausdrücke für die rechtwinkligen Coordinaten eines beliebigen Punktes der Fläche.

Zur Berechnung der Ausdrücke für die rechtwinkligen Coordinaten eines beliebigen Punktes der betrachteten Minimalfläche, werden die von Herrn *Weierstrass* aufgestellten allgemeinen Ausdrücke für dieselben zweckmässig in die Form gesetzt:

$$dx = 2\,\Re \left(\frac{1+s}{1-s}\right)^2 \frac{(d\sigma)^2}{d\left(\frac{1+s}{1-s}\right)^2},$$

$$dy = 2\,\Re \left(\frac{s+i}{s-i}\right)^2 \frac{(d\sigma)^2}{d\left(\frac{s+i}{s-i}\right)^2},$$

$$dz = 2\,\Re\, s^2 \frac{(d\sigma)^2}{d\,(s^2)}.$$

Für die grösse $d\sigma$ ergibt sich analog wie im vorhergehenden Abschnitte (pag. 36) der Werth

$$d\sigma = c_1 \sqrt{i}\, \frac{\sqrt{D}\,dt}{t\,(1-t)}.$$

Der Constanten c_1 ist ein reeller oder ein rein imaginärer Werth beizulegen.

Es handelt sich noch darum, die drei Grössen s^2, $\left(\frac{1+s}{1-s}\right)^2$, $\left(\frac{s+i}{s-i}\right)^2$ durch die Grösse t möglichst einfach auszudrücken. Dies geschieht mittelst folgender Formeln:

$$\varsigma = \left(\frac{2\,si}{1-s^2}\right)^2 = \left(\frac{\left(\frac{s+i}{s-i}\right)^2 - 1}{\left(\frac{s+i}{s-i}\right)^2 + 1}\right)^2.$$

$$\varsigma - 1 = -\left(\frac{1+s^2}{1-s^2}\right)^2,$$

$$\frac{\zeta - 1}{\zeta} = \left(\frac{1+s^2}{2s}\right)^2 = \left(\frac{\left(\frac{1+s}{1-s}\right)^2 + 1}{\left(\frac{1+s}{1-s}\right)^2 - 1}\right)^2.$$

Hieraus ergeben sich durch Umkehrung und unter Benutzung der auf Seite 6 angegebenen identischen Relationen die Gleichungen:

$$\left(\frac{s+i}{s-i}\right)^2 = \frac{1+\sqrt{\zeta}}{1-\sqrt{\zeta}} = \frac{M + L\sqrt{t}}{M - L\sqrt{t}} = \frac{N^2(1-t)}{(M - L\sqrt{t})^2},$$

$$s^2 = \frac{\sqrt{1-\zeta} - 1}{\sqrt{1-\zeta} + 1} = \frac{N\sqrt{1-t} - M}{N\sqrt{1-t} + M} = -\frac{L^2 t}{(N\sqrt{1-t} + M)^2},$$

$$\left(\frac{1+s}{1-s}\right)^2 = \frac{\sqrt{\zeta - 1} + \sqrt{\zeta}}{\sqrt{\zeta - 1} - \sqrt{\zeta}} = \frac{N\sqrt{t-1} + L\sqrt{t}}{N\sqrt{t-1} - L\sqrt{t}} = -\frac{M^2}{(N\sqrt{t-1} - L\sqrt{t})^2}.$$

Bei der Ausrechnung der Differentiale dieser drei Grössen ist zu beachten, das die Grösse $d\left(\frac{s+i}{s-i}\right)^2$ die Factoren N und D,

„ „ $d(s^2)$ „ „ L „ D,

„ „ $d\left(\frac{1+s}{1-s}\right)^2$ „ „ M „ D enthält.

Unter Berücksichtigung dieser Bemerkung ergeben sich nach einiger Rechnung die Ausdrücke:

$$x = 2\,c_1^2\,\Re\, i \int \frac{n^2 + 2\,nt + t}{t\,(t-1)\sqrt{t\,(t-1)}}\, dt\,.$$

$$y = 2\,c_1^2\,\Re\, i \int \frac{n^2 - t}{t\sqrt{t}\,(1-t)}\, dt\,,$$

$$z = 2\,c_1^2\,\Re\, i \int \frac{n^2 + 2\,n + t}{t\,(1-t)\sqrt{1-t}}\, dt\,.$$

Setzt man

$$cn = at + b\,,$$

wo c eine von Null verschiedene Constante bezeichnet, und ersetzt man sodann cx, cy, cz durch x, y, z, so ergibt sich:

$$-x = 4\,c_1^2\,\Re\, i \left\{ (a+b+c)^2 \sqrt{\frac{t}{t-1}} + b^2 \sqrt{\frac{t-1}{t}} - \frac{a\,(a+2\,c)}{2}\, ln \frac{\sqrt{t}+\sqrt{t-1}}{\sqrt{t}-\sqrt{t-1}} \right\} + c_2\,,$$

$$y = 4\,c_1^2\,\Re\, i \left\{ -a^2 \sqrt{t} - b^2 \frac{1}{\sqrt{t}} + \frac{(a+b)^2 - c^2}{2}\, ln \frac{1+\sqrt{t}}{1-\sqrt{t}} \right\} + c_3\,,$$

$$z = 4\,c_1^2\,\Re\, i \left\{ a^2 \sqrt{1-t} + (a+b+c)^2 \frac{1}{\sqrt{1-t}} - \frac{b\,(b+2\,c)}{2}\, ln \frac{1+\sqrt{1-t}}{1-\sqrt{1-t}} \right\} + c_4\,,$$

Weil der Voraussetzung zufolge reellen Werthen der grösse t stets reelle Werthe der Grösse ζ entsprechen, so müssen die Verhältnisse $a:b:c$ der Constanten der Function ersten Grades n reell sein. In der Folge werden diese Constanten als reell angenommen. Es sind alsdann auch die Coefficienten der ganzen Function zweiten Grades $D(t)$ reell.

Einführung der Riemann'schen Grössen p, q, r. Aufstellung der Ausdrücke für die Abstände A, B, C der drei das Minimalflächenstück M' begrenzenden Geraden.

Die vorhergehenden Ausdrücke für die Coordinaten eines Punktes der Fläche können, abgesehen vom Vorzeichen, mit den von *Riemann* gegebenen dadurch in Uebereinstimmung gebracht werden, das der Constanten c_1 der Werth $\frac{1}{\sqrt{2}}$ beigelegt wird und dass zwischen den von *Riemann* mit p, q, r bezeichneten Grössen und den Grössen a, b, c passende Relationen festgesetzt werden, und zwar ergeben sich die Ausdrücke

$$-a = p - q + r,$$
$$b = p - q - r,$$
$$c = p + q + r.$$

Nach Einführung dieser Ausdrücke ergibt sich (vergleiche *Riemann* G. W. pag. 307)

$$-x = 2\,\Re\, i \left\{ (p+q-r)^2 \sqrt{\frac{t}{t-1}} + (-p+q+r)^2 \sqrt{\frac{t-1}{t}} \right.$$
$$\left. + \frac{1}{2}(p+3q+r)(p-q+r)\, ln \frac{\sqrt{t}+\sqrt{t-1}}{\sqrt{t}-\sqrt{t-1}} \right\} + c_2,$$

$$y = 2\,\Re\, i \left\{ -(p-q+r)^2 \sqrt{t} - (-p+q+r)^2 \frac{1}{\sqrt{t}} \right.$$
$$\left. - \frac{1}{2}(p+q+3r)(p+q-r)\, ln \frac{1+\sqrt{t}}{1-\sqrt{t}} \right\} + c_3,$$

$$z = 2\,\Re\, i \left\{ (p-q+r)^2 \sqrt{1-t} + (p+q-r)^2 \frac{1}{\sqrt{1-t}} \right.$$
$$\left. + \frac{1}{2}(3p+q+r)(-p+q+r)\, ln \frac{1+\sqrt{1-t}}{1-\sqrt{1-t}} \right\} + c_4.$$

Ebenso wie vorhin (Abschnitt *I*, pag. 28) sind die Coordinatenaxen den drei begrenzenden Geraden des Minimalflächenstückes M' parallel. Dem Intervalle $0 \ldots 1$ der Grösse t entspricht diejenige Begrenzungslinie, welche der x — Axe parallel ist. Den Intervallen $1 \ldots \infty$, $-\infty \ldots 0$ der Grösse t entsprechen die beiden Begrenzungslinien, welche der z — Axe und der y — Axe des Coordinatensystems parallel sind. Diese drei Begrenzungslinien mögen in der angegebenen Reihenfolge mit $\mathfrak{X}$, $\mathfrak{Z}$, $\mathfrak{Y}$ bezeichnet werden.

Beschreibt der die complexe Grösse t geometrisch darstellende Punkt einen Halbkreis, dessen Mittelpunkt dem Werthe $t = 0$ entspricht und dessen Radius einer hinreichend klein anzunehmenden Grösse ε gleich ist,

$$t = \varepsilon . e^{\psi i}, \quad 0 < \psi < \pi,$$

so geht in dem Ausdrucke für die Coordinate z der Ausdruck $\frac{1+\sqrt{1-t}}{1-\sqrt{1-t}}$ aus einem positiven in einen negativen Werth über und der reelle Theil von $i \ln \frac{1+\sqrt{1-t}}{1-\sqrt{1-t}}$ nimmt zu um die Grösse $-\pi$. Der Abstand der Geraden

$\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Y}$, welcher mit A bezeichnet werden möge, wird demnach durch die Gleichung

$$A = -\pi\,(3p + q + r)\,(-p + q + r)$$

bestimmt.

Wird der Abstand der beiden Geraden $\mathfrak{Y}$ und $\mathfrak{Z}$ mit B und derjenige der beiden Geraden $\mathfrak{Z}$ und $\mathfrak{X}$ mit C bezeichnet, so ergibt sich analogerweise

$$B = -\pi\,(p + 3q + r)\,(p - q + r)\,,$$
$$C = -\pi\,(p + q + 3r)\,(p + q - r)\,,$$

oder in einer anderen Schreibweise (vergleiche *Riemann*, pag. 306)

$$\frac{A}{4\pi} = p^2 - \frac{1}{4}\,(p + q + r)^2, \qquad \frac{A}{\pi} = b\,(b + 2c)$$
$$\frac{B}{4\pi} = q^2 - \frac{1}{4}\,(p + q + r)^2, \qquad \frac{B}{\pi} = a\,(a + 2c)$$
$$\frac{C}{4\pi} = r^2 - \frac{1}{4}\,(p + q + r)^2. \qquad \frac{C}{\pi} = (a + b)^2 - c^2.$$

Bemerkung. Setzt man in den vorhergehenden Ausdrücken für die Coordinaten x, y, z $p = q = r = \sqrt{2}$, oder gibt man den Grössen a, b, c die Werthe $a = b = -\sqrt{2}$, $c = 3\sqrt{2}$, so erhält man die im Abschnitte *I*, pag. 28 entwickelten Formeln.

Unter derselben Annahme ergeben sich für die ganzen Functionen zweiten Grades von t

$$L = \frac{1}{c^2}\Big(a^2\,t^2 + (2\,ab + 2\,ac + c^2)\,t + b^2 + 2\,bc\Big)\,,$$

$$M = \frac{1}{c^2}\Big((a^2 + 2\,ac)\,t^2 + (2\,ab + 2\,bc + c^2)\,t + b^2\Big)\,,$$

$$N = \frac{1}{c^2}\left(a^2 t^2 + (2\,ab - c^2)\,t + b^2\right),$$

$$D = \frac{1}{c^2}\left((a^2 + 2\,ac)\,t^2 + (2\,ab - 2\,bc - 2\,ac - c^2)\,t + b^2 + 2\,bc\right)$$

die Ausdrücke

$$L = \frac{1}{18}\,(t^2 + 5\,t - 5)\,,$$

$$M = -\frac{1}{18}\,(5\,t^2 - 5\,t - 1)\,,$$

$$N = \frac{1}{18}\,(t^2 - 7\,t + 1)\,,$$

$$D = -\frac{10}{18}\,(t^2 - t + 1)\,.$$

Es sind dies die Ausdrücke, welche in den Werthen für die Grössen s^2 und $\frac{d\sigma}{dt}$ auftreten (Abschnitt *I*, pag. 25, 26).

Bestimmung der verschiedenen Gestalten, welche die durch die vorhergehenden Formeln dargestellten Minimalflächenstücke für verschiedene Werthe der in denselben vorkommenden Parameter annehmen können.

Obschon die im Vorhergehenden aufgestellten Formeln hergeleitet wurden unter der Annahme, dass die Abbildung des gesuchten Minimalflächenstückes auf die Hülfskugel aus fünf Kugeloctanten bestehe, von denen zwei durch einen inneren Windungspunkt mit einander zusammenhängen, so zeigt sich doch, dass die Lösung der gestellten Aufgabe viel weiter reicht, als die Stellung der Aufgabe ursprünglich gefordert hatte. Werden die in den ganzen Functionen zweiten Grades L, M, N vorkommenden Grössen p, q, r als variable Parameter betrachtet, so tritt an die Stelle der *Riemann*schen Fläche Q' eine

allgemeinere *Riemann*sche Kugelfläche. Die Begrenzungslinien dieser letzteren sind immer Theile von drei grössten Kreisen der Kugel, deren Ebenen auf einander senkrecht stehen. Die Fläche besitzt allgemein zu reden, d. h. wenn von Grenzfällen abgesehen wird, 1) drei eigentliche gewöhnliche Ecken mit einem Winkel von je 90^0, 2) entweder einen Windungspunkt im Innern oder zwei Rückkehrpunkte der Begrenzung, d. h. zwei neue Ecken mit einem Winkel von je 360^0.

Die Grenzübergänge der vershiedenen möglichen Gestalten dieser Flächen entstehen theils dadurch, dass der Windungspunkt aus dem Innern auf die Begrenzung tritt und sich in zwei Rückkehrpunkte auflöst, oder dass zwei Rückkehrpunkte auf derselben Seite sich vereinigen und an ihrer Stelle dann bei fortschreitender Gestaltsänderung ein im Innern gelegener Windungspunkt tritt. Anderntheils treten solche Grenzübergänge dadurch ein, dass einer der Rückkehrpunkte, oder auch beide, mit einer Ecke der *Riemann*schen Kugelfläche zusammenfallen und es erhält dann die Ecke einen Winkel von 270^0 resp. von 450^0.

Diese Betrachtung gibt nun Veranlassung zu folgender Frage: *Welche verschiedene Gestalten können die durch die Formeln Seite 12 dargestellten Minimalflächenstücke für verschiedene Werthesysteme der in denselben vorkommenden Parameter p, q, r annehmen.*

Diese Frage soll im Nachfolgenden ihre Beantwortung finden.

Feststellung der Art der Verknüpfung der Enden der drei begrenzenden Geraden durch die ins Unendliche verlaufenden Sectoren.

Unter den auf Seite 7 Abschn. *I* gemachten Annahmen bezeichne $\mathfrak{X}_{+\infty}$, $\mathfrak{X}_{-\infty}$; $\mathfrak{Y}_{+\infty}$, $\mathfrak{Y}_{-\infty}$; $\mathfrak{Z}_{+\infty}$, $\mathfrak{Z}_{-\infty}$ die in den positiven beziehungsweise negativen Richtungen der Coordinatenaxen x, y, z gelegenen unendlich fernen Punkte der drei begrenzenden Geraden des Minimalflächenstückes.

Durchläuft die variable Grösse t alle reellen Werthe von $-\infty$ bis $+\infty$, so durchläuft der entsprechende Punkt auf der Minimalfläche die drei begrenzenden Geraden $\mathfrak{Y}$, $\mathfrak{X}$, $\mathfrak{Z}$. Die Richtung, in welcher jede dieser Geraden durchlaufen wird, hängt von den Vorzeichen ab, welche den in den Aus-

drücken für die Coordinaten eingehenden Wurzelgrössen $\sqrt{\frac{t}{t-1}}$, $\sqrt{1-t}$ und $\sqrt{t}$ beigelegt werden. Für die folgende Untersuchung sollen diese Vorzeichen derart angenommen werden, dass zwischen der Bewegung des die Grösse t darstellenden Punktes und der Bewegung des ihm entsprechenden Punktes auf der Minimalfläche folgendes Entsprechen stattfindet:

$$-\infty < t < 0, \quad 0 < t < 1, \quad 1 < t < +\infty$$

$$\mathfrak{Y}_{-\infty} \text{ bis } \mathfrak{Y}_{+\infty}, \quad \mathfrak{X}_{-\infty} \text{ bis } \mathfrak{X}_{+\infty}, \quad \mathfrak{Z}_{-\infty} \text{ bis } \mathfrak{Z}_{+\infty}$$

Um dieser Forderung zu genügen, müssen den Wurzelgrössen $\sqrt{\frac{t}{t-1}}$ und $\sqrt{1-t}$ in den resp. Intervallen $0 \overline{<} t \leq 1$ und $1 \overline{<} t \leq \infty$ *positive* rein imaginäre Werthe beigelegt werden, der Grösse $\sqrt{t}$ in dem Intervalle $-\infty \overline{<} t \leq 0$ *negative* rein imaginäre Werthe beigelegt werden. Denn für kleine positive Werthe der Grösse t ist alsdann die Grösse $\sqrt{\frac{t}{t-1}}$ positiv imaginär und somit die Grösse $\sqrt{\frac{t-1}{t}}$ negativ imaginär. Aus dem Ausdrucke für die Coordinate x (Seite 12) geht alsdann hervor, dass $\lim\limits_{(t=0)} x = -\infty$ und $\lim\limits_{(t=1)} x = +\infty$ wird. Ebenso überzeugt man sich, dass unter den gemachten Annahmen die Geraden $\mathfrak{Z}$ und $\mathfrak{Y}$ in dem angegebenen Sinne durchlaufen werden. Durch diese Festsetzung der Vorzeichen der angegebenen Wurzelgrössen ist mithin die Art der Verknüpfung der Enden der begrenzenden Geraden durch die ins Unendliche verlaufenden Sectoren ein für alle Mal festgestellt.

Die fernere Untersuchung zeigt nun, dass die Gestalten der Minimalflächenstücke nicht allein von dem Verhältnisse der absoluten Werthe der Abstände zwischen den begrenzenden Geraden abhängen, sondern auch bei festgesetzter Verknüpfung der Enden dieser Geradan mit den Vorzeichen der Abstände in Beziehung zu setzen sind.

Es werde daher festgesetzt (Abschn. *I*, Seite 7), dass die Abstände A, C, B als positiv oder als negativ angesehen werden sollen, jenachdem die Gerade $\mathfrak{Y}$ auf die Gerade $\mathfrak{X}$, die Gerade $\mathfrak{Z}$ auf die Gerade $\mathfrak{X}$ und die Gerade $\mathfrak{Y}$ auf die Gerade $\mathfrak{Z}$ in der positiven oder negativen Richtung der jedesmaligen dritten Coordinatenaxenrichtung folgt.

Es sei erwähnt, dass wenn unter diesen Festsetzungen die Abstände sämmtlich negativ angenommen werden und je zwei derselben einander gleich sind, so erhält man die im Abschn. *I* behandelte Fläche mit einem im Innern gelegenen singulären Punkt erster Ordnung und mit drei sich ins Unendliche erstreckenden Flächentheilen, welche sämmtlich die Gestalt linksgewundener Schraubenflächenstücke haben.

Einführung der Grössen p, q, r als homogene Coordinaten eines Punktes in der Ebene (p, q, r). Gebietseintheilung dieser Ebene durch die sechs Geraden $A = 0$, $B = 0$, $C=0$.

Da sowohl die absolute Grösse als auch die Vorzeichen der Abstände A, B, C von den Grössen p, q, r abhängig sind, so eignet es sich, zur möglichst bequemen Übersicht aller in Betracht zu ziehenden Fälle, die Grössen p, q, r als homogene Coordinaten eines Punktes einer Ebene zu interpretiren. Durch die Orte der Punkte, für welche je ein der Abstände gleich Null wird, wird die ganze Ebene (p, q, r) derart in Gebiete eingetheilt, dass innerhalb jedes einzelnen derselben die Vorzeichen der Abstände sich nicht ändern, während beim Überschreiten einer Trennungslinie zweier benachbarter Gebiete ein der Abstände sein Vorzeichen wechselt.

Setzt man den Ausdruck für den Abstand A in die Form (Seite 13)

$$A = -\pi(-p+q+r)(3p+q+r),$$

so ist ersichtlich, dass die Gleichung $A = 0$ zwei gerade Linien

$$A_1 = -p+q+r = 0 \text{ und } A_2 = 3p+q+r = 0$$

darstellt, welche von den Geraden $p = 0$ und $p+q+r = 0$ harmonisch getrennt werden.

Ebenso ergibt sich, dass die zwei Geraden

$$B_1 = p-q+r = 0 \text{ und } B_2 = p+3q+r = 0,$$

längs welchen der Abstand B gleich Null wird, mit den Geraden $q=0$ und $p+q+r=0$ vier harmonische Strahlen bilden, und dessgleichen, dass die zwei Geraden

$$C_1 = p+q-r=0 \text{ und } C_2 = p+q+3r=0,$$

längs welchen der Abstand C gleich Null wird, mit den Geraden $r=0$ und $p+q+r=0$ ein harmonisches Büschel bilden.

Werden die Fundamentallinien $p=0$, $q=0$, $r=0$ als die drei Seiten eines gleichseitigen Dreiecks angenommen und wird der Einheitspunkt in den Höhenschnittpunkt dieses Dreiecks verlegt, so fällt die Gerade $p+q+r=0$ mit der unendlich fernen Geraden der Ebene zusammen und die sechs Geraden A_1, A_2 . . . erhalten die in Fig. 2 angegebene Lage.

Durch diese sechs Geraden wird nun die ganze Ebene in 16 Gebiete eingetheilt und jedem derselben kommt eine bestimmte Zeichencombination der Abstände zu. Ausgehend von dem Gebiete 1, in welchem der Höhenschnittpunkt des Fundamentaldreiecks liegt, ist es leicht die Zeichencombination, welche jedem Gebiete zukommt zu bestimmen. Für den Höhenschnittpunkt ist nämlich $p=q=r$; demselben entspricht also die im Abschn. *I* behandelte Fläche und die drei Abstände sind negativ (Seite 13). Aus der Figur 2 ist zu ersehen, dass jeder der Zeichencombinationen $(---)$, $(--+)$, $(-+-)$ und $(+--)$ nur ein Gebiet entspricht, die resp. Gebiete, welche in der Figur mit 1, 2, 5, 8 bezeichnet sind. Jeder der übrigen Zeichencombinationen entsprechen dagegen drei Gebiete, nämlich:

der Zeichencombination	$(-++)$	die Gebiete	3,	3′,	3″,	
„ „	$(++-)$	„ „	6,	6′,	6″,	
„ „	$(+-+)$	„ „	9,	9′,	9″,	
„ „	$(+++)$	„ „	4 + 4′,	7 + 7′,	10 + 10′.	

Die Gebiete 4 und 4′, 7 und 7′, 10 und 10′ sind von einander durch die unendlich ferne Gerade $p+q+r=0$ getrennt und es wird sich zeigen, dass, obschon beim Überschreiten dieser Linie kein Wechsel der Vorzeichen stattfindet, doch die Gestalten der Minimalflächen, welche z. B. den Gebieten 4 und 4′ entsprechen, von einander wesentlich verschieden sind.

Bevor ich auf die Betrachtung der Gestalten der Minimalflächenstücke, welche den verschiedenen Gebieten entsprechen eingehe, soll folgende allgemeine Bemerkung vorausgeschickt werden.

Für die Figur in der Ebene (p, q, r) sind die drei Höhen des Fundamentaldreiecks Symmetrielinien und man überzeugt sich, dass die Minimalflächenstücke, welche zwei in Bezug auf eine dieser Geraden symmetrisch gelegenen Punkten entsprechen, mit einander durch Drehung und Parallerverschiebung zur Deckung gebracht werden können. Auf jeder der Flächen, welche einem Punkte auf einer der drei Höhenlinien entsprechen, liegt eine gerade Linie, eine Symmetrieaxe des Flächenstückes. In Übereinstimmung hiermit besitzt die dem Höhenschnittpunkte entsprechende Fläche (Abschn. *I*) drei sich unter Winkeln von 120^0 schneidende Symmetrieaxen. Bei der Untersuchung der Gestalten der durch die Formeln (Seite 12) dargestellten Flächen ist es also hinreichend die Flächengestalten, welche z. B. den Gebieten 1, 2, 3, 3′, 7 und 7′ entsprechen, zu characterisiren.

Abbildung der zu betrachtenden Minimalflächenstücke auf die s – Ebene.

Die Abbildung der Minimalflächenstücke auf die s – Ebene wird vermittelt durch die Function (Seite 10)

$$s = -i \frac{L\sqrt{t}}{N\sqrt{1-t} + M} \,.$$

In Übereinstimmung mit der früheren Festsetzung (Seite 16) wird der Wurzelgrösse $\sqrt{1-t}$ für reelle Werthe der Grösse t ihr positiver Werth beigelegt. Der Grösse $\sqrt{t}$ werde im Intervalle $-\infty \overline{<} t \leq 0$ ihr negativer Werth, im Interwalle $0 \overline{<} t \leq \infty$ ihr positiver Werth beigelegt. Durchläuft die Grösse t die Axe des Reellen der t – Ebene, so durchläuft die Grösse s die Begrenzung der Abbildung des Minimalflächenstückes auf die s – Ebene. Den Werthen $-\infty \overline{<} t \leq 0$ entsprechen hierbei reelle Werthe der Grösse s, den Werthen $0 \overline{<} t \leq 1$ entsprechen rein imaginäre Werthe der Grösse s und den Werthen $1 < t < \infty$ entsprechen im Allgemeinen complexe Werthe der Grösse s, deren absoluter Betrag zufolge der Relation (Seite 6)

$$L^2 t \quad M^2 + N^2 (t-1)$$

gleich Eins ist. Die nähere Gestalt der Abbildung hängt wesentlich von der Lage der Wurzeln α, β; γ, δ; μ, ν; ω, ω_1 der Gleichungen zweiten Grades $L = 0$, $M = 0$, $N = 0$ und $D = 0$ ab. Ausgehend von der Lage der Wurzeln für den im Abschn. I behandelten Fall ist es möglich diese Lage für alle jetzt in Betracht zu ziehenden Fälle dadurch anzugeben, dass man untersucht längs welchen Linien entweder eine der Wurzeln jeder Gleichung gleich 0, 1 oder ∞ wird, oder auch beide Wurzeln zusammenfallen. Aus den Ausdrücken für die Grössen L, M, N und D (Seite 13) geht hervor, dass längs der Geraden $A_1 = 0$ eine Wurzel jeder der vier Gleichungen gleich 0 ist,

„ „ „	$B_1 = 0$	„ „ „ „ „ „	„	∞	„
„ „ „	$C_1 = 0$	„ „ „ „ „ „	„	1	„
„ „ „	$A_2 = 0$	eine Wurzel der Gleichungen $L = 0$ und $D = 0$	„	0	„
„ „ „	$B_2 = 0$	„ „ „ „ $M = 0$ und $D = 0$	„	∞	„
„ „ „	$C_2 = 0$	„ „ „ „ $N = 0$ und $D = 0$	„	1	„

woraus geschlossen wird, dass für alle Punkte jedes einzelnen der zu betrachtenden Gebiete eine Wurzel der vier Gleichungen nicht aus einem der drei obigen Intervalle in ein anderes derselben Intervalle übergehen kann. In dem Ausdrucke für die Grösse s, welcher einem Punkte auf einer der Geraden $A_1 = 0$, $B_1 = 0$, $C_1 = 0$ entspricht, lässt sich dem Obigen zufolge im Zähler und Nenner ein gemeinsamer Factor ersten Grades abtrennen und dieses hat zur Folge, dass die durch den Ausdruck vermittelte Abbildung der Halbebene t auf die s — Ebene der Fläche von nur drei Kugeloctanten entspricht. In den drei Schnittpunkten je zweier dieser Geraden entspricht die Abbildung auf die s — Ebene nur einem Kugeloctanten.

Für die Punkte der Geraden $c = p + q + r = 0$ ist

$$L = M = N = (at + b)^2$$

und der Ausdruck für die Grösse s reducirt sich auf

$$s = -i \frac{\sqrt{t}}{\sqrt{1-t}+1} \quad \text{oder} \quad s^2 = \frac{\sqrt{1-t}-1}{\sqrt{1-t}+1}$$

woraus hervorgeht, dass die Abbildung der diesen Punkten entsprechenden Minimalflächenstücke auf die Hülfskugel ebenfalls aus der Fläche nur eines Kugeloctanten gebildet wird.

Sind die Wurzeln der Gleichung $D = 0$ imaginär, so besitzt die *Riemann*sche Fläche Q' einen innern Windungspunkt, sind dieselben reell, so besitzt diese Fläche zwei singuläre Punkte auf der Begrenzung. Um zu untersuchen welchen Werthesystemen $p : q : r$ reelle und welchen imaginäre Wurzeln dieser Gleichung entsprechen, suchen wir den Ort der Punkte, für welche die Gleichung zwei zusammenfallende Wurzeln hat. Setzt man die Discriminante der Gleichung gleich Null, so ergibt sich die Gleichung

$$c\,(c^3 + 4\,ac^2 + 4\,bc^2 + 4\,a^2 c + 4\,b^2 c - 12\,abc - 16\,a^2 b - 16\,ab^2) = 0$$

oder

$$(p+q+r)\,\{21\,(p^3+q^3+r^3) - 17\,(p^2 q + pq^2 + q^2 r + qr^2 + r^2 p + rp^2) + 14\,pqr\} = 0\,.$$

Die Wurzeln ω und ω_1 fallen also zusammen, wenn ein Punkt der p, q, r — Ebene entweder auf die Gerade $p+q+r=0$, oder auf die Curve dritter Ordnung C_3 rückt, welche durch den zweiten Factor der linken Seite obiger Gleichung gleich Null gesetzt dargestellt wird. Diese Curve besteht 1) aus einer Ovale, welche innerhalb des Gebietes 1 liegt und von den drei begrenzenden Geraden des Gebietes berührt wird, 2) aus drei sich ins Unendliche erstreckenden, in den Gebieten 4, 7 und 10 gelegenen Aesten (Fig. 2). Aus der bekannten Gestalt der Fläche Q', welche dem Mittelpunkte des Gebietes 1 entspricht, ergibt sich somit, dass nur die Flächen Q', welche Theilen der Gebiete 1, 4, 7 und 10 entsprechen, einen inneren Windungspunkt besitzen.

Mit Hülfe dieser Bemerkungen ist es nun verhältnissmässig einfach die Gestalten der Abbildungen der den verschiedenen Gebieten der p, q, r — Ebene entsprechenden Minimalflächenstücke auf die s — Ebene zu untersuchen. Es möge beispielsweise ein im Innern des Gebietes 1 gelegener Punkt, für welchen die Wurzeln der Gleichung $D = 0$ conjugirt complex sind, ins Auge gefasst werden. Die Aufeinanderfolge der Wurzeln der Gleichungen $L = 0$, $M = 0$ und $N = 0$ ist folgende:

$$-\infty \cdots \alpha \cdots \gamma \cdots 0 \cdots \mu \cdots \beta \cdots 1 \cdots \delta \cdots \nu \cdots +\infty\,.$$

Für $t = \infty$ sind L und N positiv unendlich gross, dagegen ist M negativ unendlich gross. Zwischen den Werthen der Grösse t in den Intervallen, in welche die Axe des Reellen der t — Ebene durch die Punkte $-\infty$, α u. s. w. getheilt wird, und den Werthen der Grösse s findet nun folgendes Entsprechen statt:

Werthe der Grösse t.	Werthe der Grösse s.	
$-\infty \cdots \alpha$	$-1 \cdots -\infty$	
$\alpha \cdots \gamma$	$+\infty \cdots +1$	
$\gamma \cdots 0$	$+1 \cdots 0$	
$0 \cdots \mu$	$0 \cdots +i$	
$\mu \cdots \beta$	$+i \cdots +\infty i$	
$\beta \cdots 1$	$-\infty i \cdots -i$	
$1 \cdots \delta$	$-i \cdots +1$	mit dem abs. Betr. 1
$\delta \cdots \nu$	$+1 \cdots +i$	„ „ „ „ „
$\nu \cdots +\infty$	$+i \cdots -1$	„ „ „ „ „

Hiernach kann die Abbildung des Minimalflächenstückes auf die s — Ebene aufgezeichnet werden (Fig. 2) und daraus wird auf die Gestalt der Fläche Q' geschlossen. Die Begrenzung der Fläche Q' wird, wie ersichtlich, aus drei Bogen grösster Kreise, jeder von der Länge $3\frac{\pi}{2}$ gebildet, die Fläche hat, wenn von der Lage des inneren Windungspunktes abgesehen wird, dieselbe Gestalt wie die im Abschn. I beschriebene Fläche Q.

Nach diesem Verfahren sind die Abbildungen der den verschiedenen Gebieten entsprechenden Minimalflächenstücke untersucht und in die Fig. 2 eingezeichnet worden.

Untersuchung der Gestalten der Minimalflächenstücke, welche dem Gebiete 1 entsprechen. Die drei Abstände sind negativ.

Für das Gebiet 1 sind folgende drei Fälle von einander zu unterscheiden. Die Wurzeln ω und ω_1 sind

a) conjugirt complex,

b) reell und einander gleich,

c) reell und von einander verchieden,

wobei der Fall b) den Übergang aus dem Falle a) in den Fall c) bildet, oder umgekehrt.

a) *Die Wurzeln ω und ω_1 sind conjugirt complex.*

In diesem Falle, welcher, mit der Specialisirung, dass der Windungspunkt A' mit dem Mittelpunkte desjenigen Kugeloctanten zusammenfällt, welcher von der Fläche Q' doppelt überdeckt wird, der Betrachtung ursprünglich zu Grunde gelegt wurde, besitzt das Minimalflächenstück ein im Innern desselben gelegenen singulären Punkt erster Ordnung, dessen Lage auf der Fläche durch den Werth $t = \omega$ bestimmt wird. Der Richtungsfactor des Ausdruckes $\frac{d\sigma}{dt}$ (Seite 9) für reelle Werthe der Grösse t ist entweder beständig gleich $\sqrt{i}$, oder beständig gleich $\sqrt{-i}$, da der Werth von D für reelle Werthe der Grösse t sein Vorzeichen nicht ändert. Das Minimalflächenstück besitzt daher drei ins Unendliche reichende Flächentheile, welche sämmtlich die Gestalt *linksgewundener* Schraubenflächenstücke haben (vergl. die Abh. „Singularitäten u. s. w." Seite 16).

Aus den Werthen der Grössen p, q, r lassen sich die Abstände A, B, C berechnen und aus diesen ist es möglich durch eine einfache, mit Hülfe des Cirkels und Lineals allein auszuführende Construction, die Lage der Punkte ω und ω_1 zu bestimmen. Die Abstände lassen sich nämlich folgendermassen ausdrücken (a. a. O. Seite 16):

$$A = 2\pi \lim_{(t=0)} t^2 \left(\frac{d\sigma}{dt}\right)^2 = -\pi \lim_{(t=0)} D = -\pi\, c_1{}',\ \omega\, \omega_1\,,$$

$$B = 2\pi \lim_{(t=\infty)} t^2 \left(\frac{d\sigma}{dt}\right)^2 = -\pi \lim_{(t=\infty)} \frac{D}{t^2} = -\pi\, c_1{}',$$

$$C = 2\pi \lim_{(t=1)} (t-1)^2 \left(\frac{d\sigma}{dt}\right)^2 = -\pi \lim_{(t=1)} D = -\pi\, c_1' (1-\omega)(1-\omega_1)\,. \text{ *)}$$

Zwischen den Wurzeln ω, ω_1 und den Abständen A, B, C besteht also die Relation:

$$A : B : C = \omega\,\omega_1 : 1 : (1-\omega)(1-\omega_1)\,, \text{ oder}$$

$$\sqrt{A} : \sqrt{B} : \sqrt{C} = |\,\omega\,| : 1 : |\,1-\omega\,|\,.$$

Es bilden also die beiden Punkte, welche die Werthe der Grössen ω und ω_1 geometrisch darstellen, mit dem Nullpunkte und dem Einheitspunkte der t — Ebene zwei Dreiecke, deren Seiten $|\,\omega\,|$, 1, $|\,1-\omega\,|$ sich zu einander verhalten wie die Grössen $\sqrt{A}$, $\sqrt{B}$, $\sqrt{C}$. *Man beschreibe also um die Punkte* 0 *und* 1 *der* t — *Ebene Kreise mit den bezüglichen Radien* $\sqrt{\frac{A}{B}}$ *und* $\sqrt{\frac{C}{B}}$, *so schneiden sich die beiden Kreise in den Punkten, welche die complexen Grössen* ω *und* ω_1 *geometrisch darstellen.*

Aus dieser Construction geht hervor, dass der jetzt in Betracht gezogene Fall zweier complexer Wurzeln der Gleichung $D=0$ nur dann eintritt, wenn die Abstände A, B, C so beschaffen sind, dass von den Quadratwurzeln aus denselben die Summe je zweier grösser ist als die dritte.

b) *Die beiden Wurzeln der Gleichung* $D=0$ *sind reell und einander gleich.*

Die in diesem Falle auftretenden Minimalflächen entsprechen Punkten (p, q, r) welche auf der Ovale der Curve C_3 liegen und es ergibt sich, wie aus der vorhergehenden Construction zu vermuthen war, dass von den drei Grössen $\sqrt{A}$, $\sqrt{B}$ und $\sqrt{C}$ die Summe von zwei derselben der dritten gleich ist. Unter Benutzung der unten angegebenen Form der Gleichung $D=0$ ergibt sich nämlich als Bedingung dafür, dass die beiden Wurzeln derselben zusammenfallen die Gleichung

*) Aus diesem Grunde empfiehlt es sich der Function D die Form zu geben (*Riemann*, Seite 305).

$$D = -\frac{1}{\pi}\Big(A\,(1-t) + Ct - Bt\,(1-t)\Big).$$

$$(C-A-B)^2-4\,AB=$$

$$(\sqrt{C}+\sqrt{A}+\sqrt{B})\,(\sqrt{C}-\sqrt{A}-\sqrt{B})\,(\sqrt{C}-\sqrt{A}+\sqrt{B})\,(\sqrt{C}+\sqrt{A}-\sqrt{B})=0\,,$$

welche erfüllt ist, wenn eine der Gleichungen

$$\sqrt{A}=\sqrt{B}+\sqrt{C}\,,\quad \sqrt{B}=\sqrt{A}+\sqrt{C}\,,\quad \sqrt{C}=\sqrt{A}+\sqrt{B}$$

besteht. Jedesmal, wenn eine dieser Relationen erfüllt ist, rückt der vorhin im Innern des Minimalflächenstückes gelegene singuläre Punkt erster Ordnung auf eine der begrenzenden Geraden $\mathfrak{Z}$, $\mathfrak{X}$ oder $\mathfrak{Y}$ und es entsteht dort ein singulärer Punkt zweiter Ordnung (a. a. O. Seite 18 [546]). Das Minimalflächenstück besitzt aber, ebenso wie im Falle a), drei ins Unendliche reichende Sectoren mit der Gestalt linksgewundener Schraubenflächenstücke.

c) *Die beiden Wurzeln der Gleichung $D=0$ sind reell und von einander verschieden.*

Man überzeugt sich, dass die Wurzeln ω und ω_1 beide in demselben der drei Intervalle $-\infty \cdots 0$, $0 \cdots 1$, $1 \cdots +\infty$ liegen. Die Function D hat also in der Umgebung jeder der drei Werthe $t=0,\ 1,\ \infty$ dasselbe Vorzeichen und es haben also auch in diesem Falle die drei ins Unendliche reichenden Sectoren die Gestalt linksgewundener Schraubenflächenstücke. Den beiden reellen Wurzeln entsprechen zwei auf demselben geradlinigen Theile der Begrenzung des Minimalflächenstückes liegende singuläre Punkte erster Ordnung, sogenannte Umkehrpunkte der Normale, durch deren Vereinigung der im Falle b) besprochene singuläre Punkt zweiter Ordnung entsteht (a. a. O. Seite 19 [547]).

Auch in diesem Falle ist es möglich die Lage der beiden Wurzeln ω, ω_1 durch eine einfache geometrische Construction zu bestimmen, wenn die Abstände A, B, C berechnet sind. Es ist zwar nicht möglich aus den drei Grössen $\sqrt{\frac{A}{B}}$, 1, $\sqrt{\frac{C}{B}}$ als Seiten ein Dreieck zu construiren, beschreibt man aber um die Punkte $t=0$ und $t=1$ Kreise mit den bezüglichen Radien $\sqrt{\frac{A}{B}}$ und $\sqrt{\frac{C}{B}}$, so bilden dieselben stets zwei Kreise einer *Steiner*schen hyperbolischen Kreisschaar, deren Grenzpunkte die geometrischen Repräsentanten der beiden Wurzeln sind. Aus dieser Construction geht auch deutlich hervor, dass diese Wurzeln in demselben der drei Intervalle $-\infty \cdots 0$, $0 \cdots 1$,

$1 \cdots + \infty$ liegen und zwar in demjenigen, welchem zugleich der Werth des Ausdruckes

$$\frac{A + B - C}{2B}$$

angehört.

Die jetzt in Betracht gezogenen Minimalflächenstücke entsprechen Werthesystemen p, q, r, welche durch Punkte im Gebiete 1 ausserhalb der Ovale der Curve C_3 geometrisch dargestellt werden. In Fig. 2 ist dasjenige Gebiet, welchem Flächenstücke mit zwei singulären Punkten auf der Geraden $\mathfrak{X}$ entsprechen, mit dem Buchstaben X bezeichnet und eine analoge Bedeutung haben die Bezeichnungen Y und Z.

In der σ — Ebene (siehe Fig. 2) entsprechen den ins Unendliche reichenden Sectoren des Minimalflächenstückes Parallelstreifen von den resp. Breiten $\pi\sqrt{\frac{A}{2}}$, $\pi\sqrt{\frac{B}{2}}$, $\pi\sqrt{\frac{C}{2}}$ (a. a. O. Seite 16 [544]) und hieraus geht ebenfalls hervor, dass die beiden singulären Punkte dann zusammenfallen, während die beiden Kreise der vorigen Construction sich berühren, wenn eine der Relationen $\sqrt{A} = \sqrt{B} + \sqrt{C}$ u. s. w. stattfindet.

Die dem Gebiete 1 entsprechenden Flächenstücke können durch das Verfahren des Herrn Plateau mit Hülfe von Drathgestellen dadurch zur Anschauung gebracht werden, dass die Enden der begrenzenden Geraden in der in Fig. 3 angegebenen Weise durch Curven verbunden werden, welche angenähert die Gestalt von Schraubenlinien haben, deren Axen die kürzesten Entfernungen der begrenzenden Geraden sind. Ist der Drath, aus welchem das Gestelle angefertigt worden ist, leicht biegsam, so ist es möglich, durch Ausübung eines Druckes auf das Gestelle, die Abstände ein wenig zu verändern, ohne dass die Seifenblasenlamelle platzt, und man ist im Stande deutlich zu beobachten, wie infolge hiervon der auf der Fläche gelegene singuläre Punkt seine Lage ändert.

Es entsteht nun die Frage: ist, unter Beibehaltung der gemachten Festsetzung betreffend die Verknüpfung der Enden der begrenzenden Geraden, ein Minimalflächenstück *eindeutig* bestimmt, wenn die Grössen A, B, C gegeben sind? Oder: sind im Gebiete 1 die Grössen p, q, r *eindeutige* Functionen der Abstände?

Diese Frage findet ihre Beantwortung durch folgende Überlegung. Es sei $A : B : C = a_1 : b_1 : c_1$, so bezeichnet $A : B = a_1 : b_1$ die Gleichung eines durch die vier Schnittpunkte der Geraden A_1, A_2, B_1 und B_2 gehenden Kegelschnittes, welcher wenn die Abstände A und B dasselbe Vorzeichen haben eine Hyperbel, im entgegengesetzten Falle eine Ellipse ist. Eine analoge Bedeutung haben die Gleichungen $B : C = b_1 : c_1$ und $A : C = a_1 : c_1$. Die drei Kegelschnitte haben vier Schnittpunkte mit einander gemein. Im vorliegenden Falle, d. h. wenn die Abstände negativ sind, bezeichnen alle drei Gleichungen Hyperbeln, welche im Gebiete 1 einen und nur einen gemeinsamen Punkt haben. Durch Festsetzung der drei Abstände sind somit die Grössen p, q, r und folglich auch das Minimalflächenstück eindeutig bestimmt.

Übergang aus dem Gebiete 1 in das Gebiet 2.

Die Gebiete 1 und 2 sind von einander durch die Gerade $C_1 = 0$ getrennt. Einem Punkte dieser Geraden entspricht ein Minimalflächenstück, für welches der Abstand C zwischen den Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Z}$ gleich Null geworden ist, während die beiden anderen Abstände negativ sind.

Von den Wurzeln der Gleichung $D = 0$ fällt die eine mit dem Werthe $t = 1$ zusammen, während die andere in das Intervall $0 \cdots 1$ oder $1 \cdots \infty$ fällt jenachdem $B > A$ oder $B < A$ ist. Wie vorhin erwähnt (Seite 20), trennt sich von dem sphärischen Bilde die Fläche zweier Kugeloctanten ab, so dass der übrig bleibende Theil nur *drei* Kugeloctanten bedeckt. Der für den vorhergehenden Fall von den Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Z}$ begrenzte, sich ins Unendliche erstreckende Sector nähert sich um so mehr einem ebenen Flächenstücke von der Gestalt der Fläche einer Viertelebene, je kleiner der Abstand C gemacht wird. Die Formeln (Seite 12) ergeben in dem Grenzfalle selbst ein Flächenstück, welches jene Viertelebene nicht mehr enthält. Der übrig gebliebene Theil dieses Flächenstückes enthält, wenn $B > A$ ist, eine im Endlichen liegende, von den Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Z}$ begrenzte Ecke, welche ganz auf der einen Seite der Tangentialebene liegt. Jenachdem $B > A$ oder $B < A$ liegt auf einer der Geraden $\mathfrak{X}$ resp. $\mathfrak{Z}$ ein Rückkehrpunkt der

Normale. Ist dagegen $A = B$, so fällt auch die zweite Wurzel der Gleichung $D = 0$ mit dem Werthe $t = 1$ zusammen, der eben erwähnte Rückkehrpunkt der Normale rückt in die Ecke zwischen den Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Z}$. Dieses Eckenelement besitzt die a. a. O. Seite 21 [549] beschriebene Singularität, dasselbe wird von der Tangentialebene in zwei Sectoren getheilt. In der Tangentialebene liegt eine auf der Fläche gelegene, den Winkel zwischen den Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Z}$ halbirende Gerade, eine Symmetrieaxe der Fläche.

Den beiden Eckpunkten zwischen den Gebieten 1 und 2, in welchen zwei der Abstände gleich Null sind, entsprechen Stücke einer gewöhnlichen Schraubenfläche.

Minimalflächenstücke, welche dem Gebiete 2 entsprechen. Die Abstände A und B sind negativ, C dagegen positiv.

Für Werthesysteme $p:q:r$, welche Punkten des Gebietes 2 entsprechen, sind die Wurzeln der Gleichung $D = 0$ immer reell und von denselben liegt die eine im Intervalle $0 \cdots 1$, die andere im Intervalle $1 \cdots \infty$. Denselben entsprechen zwei auf je einer der Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Z}$ liegende Umkehrpunkte der Normale. Die Grösse $\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)^2$ hat nicht mehr in der Nähe der drei Stellen 0, 1, ∞ denselben Richtungsfactor. Vielmehr hat an zwei dieser Stellen der Richtungsfactor den Werth $+i$ und an der dritten den Werth $-i$. Hieraus folgt, dass die drei ins Unendliche sich erstreckenden Sectoren des Minimalflächenstückes nicht mehr gleichzeitig linksgewunden sind, sondern dass, nach der getroffenen Festsetzung, zwei dieser Sectoren ($\mathfrak{X}\mathfrak{Y}$) und $\mathfrak{Y}\mathfrak{Z}$) linksgewunden sind, der dritte ($\mathfrak{X}\mathfrak{Z}$) dagegen rechtsgewunden ist. In Übereinstimmung hiermit hat die Abbildung des Flächenstückes auf die σ — Ebene die in Fig. 2 zur Anschauung gebrachte Gestalt (Vergl. a. a. O. Seite 15 [543]). Den beiden linksgewundenen Sectoren entsprechen in der σ - Ebene die Flächen der Parallelstreifen von den resp. Breiten $\pi\sqrt{\frac{A}{2}}$ und $\pi\sqrt{\frac{B}{2}}$ mit dem Richtungsfactor $\sqrt{i}$, dem rechtsgewundenen Sector entspricht dagegen die Fläche des Parallelstreifens von der Breite $\pi\sqrt{\frac{C}{2}}$ mit dem Richtungsfactor $i\sqrt{i}$.

Von den drei Kegelschnitten, welche einem gegebenen Verhältnisse $A:B:C = a_1:b_1:c_1$ der Abstände entsprechen, sind zwei $A:C = a_1:c_1$ und

$B : C = b_1 : c_1$ Ellipsen, der dritte ist eine Hyperbel. Solange eine der beiden Ellipsen ganz unterhalb der durch die beiden Eckpunkte α, β des Gebietes 2 gezogenen Geraden liegt, entspricht einem gegebenen Verhältnisse der Abstände nur *ein* Werthesystem $p : q : r$ in dem Gebiete 2, d. h. nur ein einziges Minimalflächenstück. Es tritt dieses ein solange eines der Verhältnisse $A : C$ oder $B : C$ dem absoluten Betrage nach grösser als $\frac{1}{3}$ ist, denn es ist für den Punkt $p = q = 0$ $|A| : |B| : |C| = 1 : 1 : 3$. Sind aber gleichzeitig $|A| : |C|$ und $|B| : |C|$ kleiner als $\frac{1}{3}$, so haben die erwähnten drei Kegelschnitte innerhalb des Gebietes 2 entweder *einen*, oder auch *drei* reelle Schnittpunkte mit einander gemein. Es gehen dem entsprechend entweder *ein*, oder auch *drei* verschiedene Minimalflächenstücke durch dieselbe Begrenzung. Haben die drei Kegelschnitte mit einander drei Punkte gemein, so liegen immer zwei derselben oberhalb der Geraden $\alpha\ \beta$, der dritte liegt immer unterhalb dieser Geraden.

Mit Hülfe eines Drathgestelles (Fig. 4) ist es möglich alle Flächen, welche Punkten unterhalb der Geraden $\alpha\ \beta$ im Gebiete 2 entsprechen, der Anschauung zugänglich zu machen. Die Flächen, welche Punkten oberhalb dieser Geraden entsprechen, lassen sich nicht ohne Weiteres durch das *Plateau*sche Verfahren versinnlichen, dieselben sind nicht stabil. Denkt man sich ein Gestelle so construirt, dass die Abstände verändert werden können und lässt man immer $A = B$ sein, während $A : C$ variirt, so ergibt sich das Eigenthümliche, dass solange $|A| : |C| \geq \frac{1}{3}$ ist, so geht durch dieselbe Begrenzung nur ein einziges Minimalflächenstück, welches stabil ist und eine Symmetrieaxe enthält. Sowie aber $|A| : |C| < 1 : 3$ wird, so geht durch dieselbe Begrenzung drei Minimalflächenstücke, von welchen zwei stabil sind und in einander durch Drehung übergeführt werden können, das dritte, welches eine Symmetrieaxe enthält, ist dagegen nicht stabil. Wird aber die Symmetrieaxe mit Hülfe eines dünnen Drathes versinnlicht, so kann auch diese Fläche durch das *Plateau*sche Verfahren zur Anschauung gebracht werden.

Übergang zu den Gebieten 3 und 3′.

Aus der Betrachtung der Ellipse, welche einem gegebenen Verhältnisse $A : C$ entspricht, ist ersichtlich, dass dieselbe für jeden beliebigen Werth dieses Verhältnisses die Gerade $B_1 = 0$, d. h. die Trennungslinie der Gebiete

2 und 3 schneidet, während dieselbe Ellipse von der Trennungslinie der Gebiete 2 und 3', $B_2 = 0$, nicht immer geschnitten wird. Eine leicht auszuführende Rechnung ergibt, dass diese Ellipse von der Geraden $B_2 = 0$ berührt wird wenn

$$|A| : |C| = 1 : 6{,}85410 \cdots = \tau \text{ ist}$$

und dass erst für noch kleinere Werthe dieses Verhältnisses die Ellipse von dieser Geraden in zwei Punkten geschnitten wird. Wird also bei unverändert gelassenem Verhältnisse $A : C$ der Abstand B gleich Null gemacht, so erhält man für $|A| : |C| > \tau$ nur ein einziges Minimalflächenstück, welches einem Punkte der Geraden $B_1 = 0$ entspricht, dagegen erhält man für $|A| : |C < \tau$ drei Minimalflächenstücke, von welchen ein einem Punkte der Geraden $B_1 = 0$ entspricht, während zwei derselben je einem Punkte der Geraden $B_2 = 0$ entsprechen.

Das Flächenstück, welches einem Punkte der Geraden $B_1 = 0$ entspricht, kann mit Hülfe des *Plateau*schen Verfahrens zur Anschauung gebracht werden. Der Singuläre Punkt, welcher vorhin auf der Geraden $\mathfrak{Z}$ lag, rückt, wenn der Abstand B kleiner gemacht wird, weiter und weiter und fällt für $B = 0$ ins Unendliche. Von der Fläche sondert sich die Fläche einer Viertelebene ab, sodass das sphärische Bild der übrig gebliebenen Fläche die Fläche von nur drei Kugeloctanten bedeckt (Fig. 2). Auf der Geraden $\mathfrak{X}$ liegt ein singulärer Punkt, ein Umkehrpunkt der Normale, dessen Lage von dem Verhältnisse $A : C$ abhängt. Wird bei unverändert gelassenem Werthe von C der Abstand A kleiner gemacht, so rückt dieser singuläre Punkt weiter hinaus und fällt ins Unendliche wenn $A = 0$ wird. Das zwischen den Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Y}$ sich ins Unendliche erstreckende Flächenstück nähert sich aber nicht einem ebenen Flächenstücke, sondern erhält die a. a. O. Seite 24 [552] für $m = 1$ näher characterisirte Gestalt, d. h. das Flächenstück liegt in seinem sich ins Unendliche erstreckenden Theile ganz auf der einen Seite der Asymptotenebene. In Übereinstimmung mit dem a. a. O. Erörterten, entspricht dem Winkel von der Grösse $\frac{\pi}{2}$ zwischen den Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Y}$ ein Winkel von der Grösse $\frac{3\pi}{2}$ auf der Kugel (Fig. 2 in der Ecke a des Gebietes 2). Auch wegen der Abbildung auf die σ-Ebene vergleiche man a. a. O. Fig. 11. Da es vom Interesse sein dürfte diesen Fall eines singulären Punktes im Unendlichen zwischen zwei sich schneidenden Geraden durch das *Pla-*

*teau*sche Verfahren zu versinnlichen, so ist in Fig. 5 ein Gestelle abgebildet, mit dessen Hülfe die Fläche realisirt werden kann mit einem mehr oder weniger weit reichenden Stücke des sich ins Unendliche erstreckenden Theiles der Fläche.

Betrachtet man das Flächenstück, welches einem Punkte der Geraden $B_2 = 0$ entspricht, so ist aus der Fig. 2 ersichtlich, dass das sphärische Bild desselben die Fläche von fünf Kugeloctanten bedeckt. Bei Annäherung eines Punktes $p:q:r$ an diese Gerade nähert sich das ins Unendliche verlaufende Flächenstück der diesem Punkte entsprechenden Fläche nicht einer ebenen Lamelle und sondert sich demnach, wenn der Abstand B gleich Null geworden ist, auch von der Fläche nicht ab. Der vorhin auf der Geraden $\mathfrak{Z}$ gelegene singuläre Punkt rückt ins Unendliche und das zwischen den sich schneidenden Geraden $\mathfrak{Y}$ und $\mathfrak{Z}$ ins Unendliche sich erstreckende Flächenstück liegt ganz auf der einen Seite der Asymptotenebene (a. a. O. Seite 24 [552]). Die Fläche lässt sich durch das *Plateau*sche Verfahren nicht zur Anschauung bringen. Eine Vorstellung von der Gestalt dieser Fläche gewinnt man jedoch dadurch, dass man die dem Eckpunkte γ des Gebietes 2 entsprechende Fläche ins Auge fasst. Für diesen Punkt sind beide Abstände A und B gleich Null. Die Fläche, deren sphärisches Bild noch immer die Fläche von fünf Kugeloctanten bedeckt, besitzt eine Symmetrieaxe und kann durch das *Plateau*sche Verfahren versinnlicht werden, wenn auch diese Symmetrieaxe durch einen Drath dargestellt wird. Diese Fläche ist insofern bemerkenswerth, dass die Begrenzung derselben von drei Geraden gebildet wird, von welchen zwei $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Z}$ die dritte $\mathfrak{Y}$ schneiden, und doch ist die Fläche keine Schraubenfläche. Die beiden zwischen den Geraden $\mathfrak{Y}$ und $\mathfrak{Z}$, $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Y}$ sich ins Unendliche erstreckenden Sectoren liegen ganz auf der einen Seite ihrer Asymptotenebenen (siehe die Abbildung in der s — Ebene). Sowie die Symmetrieaxe aus dem Gestelle entfernt wird, gehen diese beiden Sectoren in ebene Lamellen über und die Fläche verwandelt sich in die gewöhnliche Schraubenfläche.

Minimalflächenstücke, welche den Gebieten 3 und 3′ entsprechen. Der Abstand A ist negativ, die Abstände B und C sind positiv.

Die den Gebieten 3 und 3′ entsprechenden Minimalflächenstücke besitzen drei ins Unendliche reichende Sectoren, von welchen zwei $(\mathfrak{Y}\mathfrak{Z})$ und $(\mathfrak{X}\mathfrak{Z})$

rechtsgewunden sind, der dritte ($\mathfrak{X}\mathfrak{Y}$) dagegen linksgewunden ist. Auf jeder der Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Y}$ liegt ein singulärer Punkt erster Ordnung. Abgesehen hiervon, besitzen aber die dem Gebiete 3 entsprechenden Minimalflächenstücke eine von den dem Gebiete 3′ entsprechenden Minimalflächenstücken wesentlich verschiedene Gestalt. Die dem Gebiete 3 entsprechenden Flächenstücke lassen sich durch das *Plateau*sche Verfahren versinnlichen und unterscheiden sich von den vorher betrachteten Flächenstücken hauptsächlich dadurch, dass die Normale der Fläche längs der Geraden $\mathfrak{Z}$ sich um einen Winkel von der Grösse $5\,\frac{\pi}{2}$ dreht. Aus einer genauen Verfolgung der Gestalt der Fläche, welche dem Eckpunkte γ des Gebietes 2 entspricht, gewinnt man die Vorstellung, dass die Flächen, welche Punkten des Gebietes 3′ entsprechen, sich an einer Stelle durchsetzen, woraus auch hervorgeht, dass diese Flächen sich durch das *Plateau*sche Verfahren nicht zur Anschauung bringen lassen.

Es ergibt sich ferner, dass einem beliebig gegebenen Verhältnisse von $A:B:C$ immer ein und nur ein Punkt des Gebietes 3 entspricht. Für einen Punkt im Innern des Gebietes 3′ ist $C > 6{,}85410\,..\,|A|$, $B < C$ und unter diesen Bedingungen entsprechen einem gegebenen Verhältnisse der Abstände entweder zwei verschiedene oder zusammenfallende Punkte, oder auch entspricht diesem Verhältnisse gar kein Punkt dieses Gebietes, jenachdem die beiden Kegelschnitte $A = mB$ und $A = nC$ sich in zwei Punkten schneiden, sich berühren, oder in diesem Gebiete gar keine gemeinschaftlichen Punkte besitzen.

Übergang zu den Gebieten 4 und 7′.

Wird der Abstand A gleich Null gemacht, während die beiden anderen Abstände von Null verschiedene Werthe behalten, rückt also ein Punkt $p:q:r$ aus dem Inneren des Gebietes 3 oder 3′ auf die Gerade $A_2 = 0$, so wird eine Wurzel der Gleichung $D = 0$ gleich Null und der diesem Werthe entsprechende singuläre Punkt des Minimalflächenstückes fällt ins Unendliche. Von dem Minimalflächenstücke sondert sich kein ebenes Flächenstück ab, sondern es bildet sich zwischen den sich schneidenden Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Y}$ ein ins Unendliche reichendes Flächenstück, welches im Unendlichen ganz auf der einen Seite der Tangentialebene liegt (a. a. O. Seite 24 [552]). Auf einer dieser Geraden liegt im Allgemeinen noch ein Umkehrpunkt der Normale, und zwar auf der Geraden $\mathfrak{Y}$ wenn $|C| > |B|$, auf der Geraden $\mathfrak{X}$ wenn

$|C| < |B|$ ist. Bei den Minimalflächenstücken, welche Punkten der Übergangslinie zwischen den Gebieten 3′ und 7′ entsprechen, liegt der Umkehrpunkt der Normale immer auf der Geraden $\mathfrak{Y}$, da für alle Punkte des Gebietes 3′ $|B| < |C|$ ist. Ist dagegen $B = C$, während die Annahme, dass $A = 0$ ist beibehalten wird (Übergangslinie zwischen 3 und 4), so sind beide Wurzeln der Gleichung $D = 0$ gleich Null, der vorhin im Endlichen auf der Begrenzung liegende Umkehrpunkt der Normale fällt ebenfalls ins Unendliche und es entsteht dort ein Flächenelement, welches von der Tangentialebene in zwei Sectoren getheilt wird (a. a. O. Seite 24). Diese Fläche, welche eine Symmetrieaxe enthält, kann durch das *Plateau*sche Varfahren zur Anschauung gebracht werden.

Gebiete 4 und 7′. Sämmtliche Abstände sind positiv.

a) *Gebiet 4.*

Ebenso wie im Gebiete 1 sind die Wurzeln der Gleichung $D = 0$ entweder reell, verschieden oder zusammenfallend, oder auch conjugirt complex. Falls die Wurzeln reell sind, so entsprechen denselben zwei auf derselben begrenzenden Geraden gelegene singuläre Punkte erster Ordnung, welche sich auch zu einem singulären Punkte zweiter Ordnung vereinigen können. Sind die Wurzeln conjugirt complex, so besitzt die Fläche einen im Innern liegenden singulären Punkt erster Ordnung. Durch den einen sich ins Unendliche erstreckenden Ast der vorhin betrachteteten Curve dritter Ordnung C_3 (Seite 21) wird das Gebiet 4 in zwei Theile zerlegt. Liegt ein Punkt (p, q, r) innerhalb dieser Curve, so besitzt das entsprechende Minimalflächenstück einen im Innern gelegenen singulären Punkt erster Ordnung; liegt der Punkt (p, q, r) im Gebiete zwischen der Curve C_3 und den Geraden $B_1 = 0$, $A_2 = 0$ und $C_1 = 0$, so besitzt das Minimalflächenstück zwei auf demselben geradlinigen Theile der Begrenzung liegende Umkehrpunkte der Normale; die Minimalflächenstücke, welche Punkten der Curve selbst entsprechen, haben auf ihrer Begrenzung einen singulären Punkt zweiter Ordnung. Den Theilen des Gebietes 4, welche in der Fig. 2 mit X bez. Y bezeichnet sind, entsprechen Minimalflächenstücke mit zwei Umkehrpunkten der Normale auf den bezüglichen Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Y}$. Die analoge Bedeutung haben die in den Gebieten 4′, 10, 10′, 7 und 7′ eingeführten Bezeichnungen.

Welche auch die Lage der singulären Punkte sein mag, so besitzt die Fläche in dem jetzt betrachteten Falle immer drei ins Unendliche reichende

Sectoren, welche sämmtlich die Gestalt rechtsgewundener Schraubenflächenstücke haben, aber die Fläche besitzt nicht etwa die Gestalt des Spiegelbildes der Fläche, welche einen Punkte des Gebietes 1 entspricht. Aus der Abbildung des Flächenstückes auf die s-Ebene ist nämlich ersichtlich, dass den Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Y}$ Bogen grösster Kreise von der Länge $\frac{\pi}{2}$ entsprechen, während der Geraden $\mathfrak{Z}$ ein Bogen von der Länge $\frac{5\pi}{2}$ entspricht. Um anzugeben, dass im Gebiete 4 die Gerade $\mathfrak{Z}$ in dieser Hinsicht vor den beiden anderen ausgezeichnet ist, so ist dieses Gebiet in der Fig. 2 mit dem Buchstaben Z bezeichnet worden. Aus einer Verfolgung der Gestalt der Flächenstücke, welche Punkten der Übergangslinie zwischen den Gebieten 3 und 4 entsprechen, und welche durch das *Plateau*sche Verfahren versinnlicht werden konnten, gewinnt man die Anschauung, dass die dem Gebiete 4 entsprechenden Flächen sich selbst an einer Stelle durchschneiden.

b) *Gebiet* 7′.

Für Werthesysteme (p, q, r), welche Punkten im Innern des Gebietes 7′ entsprechen, besitzt die Gleichung $D = 0$ zwei reelle und von einander verschiedene Wurzeln, welche immer in dem Intervalle $\infty \cdots 0$ liegen. Die entsprechenden Minimalflächenstücke besitzen demnach auf der Geraden $\mathfrak{Y}$ zwei Umkehrpunkte der Normale und dieser Geraden entspricht auf der Kugel ein Bogen grössten Kreises von der Länge $\frac{3\pi}{2}$, während den Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Z}$ Bogen grösster Kreise von der Länge $\frac{\pi}{2}$ entsprechen. Die drei ins Unendliche sich erstreckenden Sectoren besitzen sämmtlich die Gestalt rechtsgewundener Schraubenflächenstücke. Aus der Betrachtung der Gestalt des Flächenstückes, welches dem Punkte γ des Gebietes 2 entspricht, und welches durch das *Plateau*sche Verfahren versinnlicht werden kann, gewinnt man die Anschauung, dass die dem Gebiete 7′ entsprechenden Flächenstücke sich selbst an zwei Stellen durchschneiden.

Die beiden auf der Geraden $\mathfrak{Y}$ gelegenen singulären Punkte rücken einander um so näher, je grösser bei unverändert gelassenem Abstande C die Abstände A und B gemacht werden, und fallen zusammen, wenn $\sqrt{C} = \sqrt{A} + \sqrt{B}$ geworden ist. Dies findet statt, wenn der Punkt (p, q, r) auf die Linie $p + q + r = 0$, d. h. auf die Trennungslinie der Gebiete 7′ und 7 fällt. Von dem sphärischen Bilde der Fläche scheidet sich alsdann die Fläche von vier

Kugeloctanten ab, sodass das sphärische Bild der Fläche nunmehr aus nur einem Kugeloctanten gebildet wird.

Im Vorhergehenden haben wir gesehen, dass wenn ein Punkt (p, q, r) auf eine der Geraden $A_1 = 0$, $B_1 = 0$, $C_1 = 0$ fällt, dann immer von dem sphärischen Bilde des entsprechenden Minimalflächenstückes die Fläche zweier Kugeloctanten wegfällt und dass demnach auch für jeden der Eckpunkte des Gebietes 1 das sphärische Bild des Minimalflächenstückes die Fläche nur eines Kugeloctanten bedeckt. Auf der Linie $p + q + r = 0$ findet nun das Eigenthümliche statt, dass das sphärische Bild jedes, einem Punkte dieser Geraden entsprechenden Minimalflächenstückes die Fläche von nur einem Kugeloctanten bedeckt, und doch sind die Abstände A, B, C alle drei von Null verschieden. Um den Grund dieses Wegfallens der Fläche von vier Kugeloctanten von dem sphärischen Bilde zu erkennen, ist es zweckmässig einen Punkt der Geraden $A = B$ im Gebiete 7′ zu betrachten. Das entsprechende Minimalflächenstück besitzt eine Symmetrieaxe, welche die Gerade $\mathfrak{Y}$ unter rechtem Winkel schneidet und den Winkel zwischen den Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Z}$ halbirt. Die Abbildung dieser Symmetrieaxe ist in Fig. 2, Gebiet 7′, durch den punktirten Kreis angegeben. Die Hälfte des Minimalflächenstückes, welches theilweise von den Geraden $\mathfrak{X}$, $\mathfrak{Y}$ und der Symmetrieaxe $\mathfrak{S}$ begrenzt wird, hat auf der Geraden $\mathfrak{Y}$ einen singulären Punkt (δ) erster Ordnung und erfüllt im Schnittpunkte (ε) zwischen den Geraden $\mathfrak{Y}$ und $\mathfrak{S}$ den von denselben gebildeten Winkel von den Grösse $\frac{\pi}{2}$. Die Normalen des Flächenstückes in den Punkten (δ) und (ε) schliessen mit einander einen Winkel ein, welcher grösser als 135^0 ist, und welcher bei Zunahme des Abstandes A zwischen den Geraden $\mathfrak{X}$ und $\mathfrak{Y}$ sich an 180^0 nähert, während gleichzeitig der singuläre Punkt (δ), sich dem Eckpunkte (ε) nähert und mit diesem zusammenfällt, wenn der Punkt (p, q, r) auf die Gerade $p + q + r = 0$ fällt $(A : B : C = 1 : 1 : 4)$. Es tritt alsdann der a. a. O. Seite 21 [550] unter b) näher charakterisirte Fall ein, d. h. das Minimalflächenstück tretet aus dem Winkel von der Grösse $\frac{\pi}{2}$ heraus und füllt den überstumpfen Winkel von der Grösse $\frac{3\pi}{2}$ aus, während von dem sphärischen Bilde des Minimalflächenstückes die Fläche zweier Kugeloctanten wegfällt. Von dem sphärischen Bilde des ganzen Minimalflächenstückes sondert sich also die Fläche von vier Kugeloctanten ab.

Die Minimalflächenstücke, welche Punkten des Gebietes 7 entsprechen, sind symmetrisch zu denjenigen, welche Punkten des Gebietes 4 entsprechen.

Berechnet man die einem Punkte (p, q, r) des Gebietes 4 oder 7′ entsprechenden Werthe der Abstände A, B, C, so lassen sich aus diesen mit Hülfe der auf Seite 24 angegebenen Construction die Lage der Wurzeln ω und ω_1 der Gleichung $D = 0$ bestimmen.

Es erübrigt noch zu entscheiden, wie viele Minimalflächenstücke einem gegebenen Verhältnisse der Abstände entsprechen, wenn sämmtliche Abstände als positiv angenommen werden. Die Betrachtung der drei Hyperbeln, welche den Gleichungen $A : B : C = a_1 : b_1 : c_1$ entsprechen, ergibt folgendes:

1) Sind die dem gegebenen Verhältnisse der Abstände entsprechenden Wurzeln ω und ω_1 conjugirt complex, so schneiden sich die drei Hyperbeln in vier Punkten, von welchen einer im Innern der Ovale der Curve C_3 liegt und hier nicht in Betracht zu ziehen ist, während von den drei übrigen Schnittpunkten je einer in den Gebieten 4, 7 und 10 in den Theilen innerhalb der durch diese Gebiete sich erstreckenden unendlichen Aeste der Curve C_3 liegt. Es gehen also durch dieselbe Begrenzung drei von einander verschiedene Minimalflächenstücke und für jedes derselben ist die bezügliche Gerade $\mathfrak{Z}$, $\mathfrak{Y}$ oder $\mathfrak{X}$ vor den jedesmaligen beiden übrigen Geraden in dem Sinne ausgezeichnet, dass die Normale der Fläche längs derselben sich um einen Winkel von der Grösse $\frac{5\pi}{2}$ dreht. Nur für den Fall, in welchem die drei Abstände einander gleich sind, lassen sich die drei Flächenstücke durch Drehung und Parallelverschiebung in einander überführen.

2) Sind die Wurzeln ω und ω_1 reell und von einander verschieden, so schneiden sich die Hyperbeln ebenfalls in vier Punkten, von welchen

je ein in den Gebieten 1_X, 4_X, 7_X, 10′ liegt, wenn $\sqrt{B} > \sqrt{C} + \sqrt{A}$,
" " " " " 1_Y, 4_Y, 10_Y, 7′ " " $\sqrt{C} > \sqrt{A} + \sqrt{B}$,
" " " " " 1_Z, 7_Z, 10_Z, 4′ " " $\sqrt{A} > \sqrt{B} + \sqrt{C}$.

3) Sind die Wurzeln ω und ω_1 einander gleich, so rücken die vorhin im Innern der Gebiete 1, 4, 7, 10 ausserhalb der Curve C_3 gelegenen Punkte auf die Curve C_3 selbst, während die in den Gebieten 4′, 7′, 10′ gelegenen Punkte auf die unendlich ferne Gerade $p + q + r = 0$ rücken.

Hiermit wären die Gestalten der Minimalflächenstücke, welche Punkten der verschiedenen Gebiete der Ebene (p, q, r) entsprechen, im Wesentlichen charakterisirt.

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass wenn nur die absoluten Grössen der drei Abstände A, B, C der begrenzenden Geraden gegeben sind, so werden dadurch je nach Umständen 16, 14, 12 aber mindestens 10 von einander verschiedene Minimalflächenstücke bestimmt. Ist z. B. $|A| : |B| : |C| = 2 : 1 : 16$, so werden die beiden Kegelschnitte $A \pm 2B = 0$ von den Kegelschnitten $16\, B \pm C = 0$ in 16 Punkten geschnitten, von welchen je ein in den Gebieten 1, 3, 4, 5, 6, $7'$, 8, 9, 10 liegt, je zwei in den Gebieten $3'$, $9''$ und drei im Gebiete 2 liegen (Fig. 6). Diesen 16 Punkten entsprechen ebenso viele von einander verschiedene Minimalflächenstücke. Für $|A| = |B| = |C|$ erhält man 10 Minimalflächenstücke, welche je einem Punkte der Gebiete 1 bis 10 entsprechen.

Dieselbe Anzahl von Minimalflächenstücken erhält man, wenn bei gegebenem Verhältnisse der Abstände die begrenzenden Geraden ihrer Lage nach festgehalten werden, die Enden derselben aber in allen möglichen Weisen durch die ins Unendliche verlaufenden Sectoren verknüpft werden.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.

TOM. XIX. № 5.

CONTRIBUTIONS

À

LA FLORE BRYOLOGIQUE DU BRÉSIL

PAR

V. F. BROTHERUS.

Pendant son voyage en Brésil, entrepris pour des recherches botaniques, le Docteur E. Wainio s'est également occupé des mousses. Après son retour en Finlande il a eu la complaisance de me confier la détermination de ces mêmes mousses. Cette intéressante collection provient en plus grande partie des contrées montagneuses de Caraça (à 1,400—1,550 m. au dessus du niveau de la mer) dans la province Minas Geraës. Une petite partie provient des environs de Sitio (à 1,000—1,100 m.) et de Lafayette dans la même province; enfin quelques enveloppes ont été prises dans les environs de Rio de Janeiro.

Cette collection nous montre une fois de plus l'extrême richesse des espèces, qui, ainsi qu'on le sait, caractérise la flore du Brésil. Bien que cette collection ne renferme que 97 espèces il y en a 28 nouvelles. Parmi celles-ci il faut relever en premier lieu le nouveau et très intéressant genre de *Decodon*. Déjà auparavant une espèce de ce genre avait été trouvée en Argentine par Lorentz, mais celle-ci n'a pas encore été décrite; il en est de même quant à une autre espèce découverte par M. Wilms en Transvaal. Il y a aussi du genre de *Mönckemeyera* une nouvelle espèce qui nous offre un intérêt tout special; de ce même genre on n'a fait jusqu'à présent la description que d'une seule espèce provenant des tropiques de l'ouest d'Afrique.

Lorsque dans le courant de l'automne 1887 j'ai reçu cette collection pour en faire la détermination mon herbier etait encore assez pauvre en espèces brésiliennes. Aussi n'aurais- je jamais, d'une manière satisfaisante, pu remplir ma tâche, si plusieurs de mes honorés correspondants ne m'avaient pas si complaisamment aidé. M. le professeur Warming a eu l'obligeance de me donner un grand nombre des espèces découvertes par lui et par M. Glaziou; ainsi qu'on le sait ces espèces ont été déterminées par Hampe. J'ai également eu le plaisir de recevoir de M. Bescherelle un certain nombre d'espèces très importantes pour mes recherches. De l'herbier de Kew j'ai reçu quelques unes des types de M. Mitten et du British Museum quelques unes provenant de l'herbier de Hampe. En même temps M. le Professeur Nathorst m'a envoyé

pour être soumises à mon examen un certain nombre d'espèces tirées de l'herbier d'Ångström. J'ai encore de grandes obligations à feu mon ami le Professeur Lindberg qui, lors de sa dernière maladie, a si complaisamment mis son herbier à ma disposition.

Cependant malgré ces riches ressources il y avait toujours quelques espèces à l'égard desquelles je ne pouvais me prononcer d'une manière définitive; alors je me suis adressé à M. Ch. Müller en le priant de vouloir bien me communiquer son avis à leur égard. Il y distingua un certain nombre de nouvelles espèces et faute de temps pour s'en occuper lui-même il m'a autorisé à en faire la description comme ci-dessous.

Je m'empresse ici de présenter à mes honorés correspondants l'expression de ma profonde reconnaissance de l'aimable secours qu'ils ont bien voulu me prêter en cette circonstance.

Finalement je dois encore signaler l'obligeance que M. Warnstorff, présentément occupé à dresser une monographie des Sphaignes, a mise à déterminer les espèces de ce groupe en même temps qu'il m'a envoyé les descriptions des nouvelles espèces en y joignant la permission de les publier.

Conspectus literaturæ citatæ.

C. Müller: Synopsis Muscorum.

Mitten: Musci Austro-Americani.

Ångström: Primæ lineæ muscorum cognoscendorum, qui ad Caldas Brasiliæ sunt collecti.

Hampe: Symbolæ ad floram Brasiliæ centralis cognoscendam, ed. E. Warming. Part. VIII, X, XIX, XXIV.

Hampe: Enumeratio Muscorum hactenus in provinciis Brasiliensibus Rio de Janeiro et São Paulo detectorum.

Hampe: Additamenta ad „Enumerationem muscorum hactenus in prov. Brasiliensibus Rio de Janeiro et São Paulo detectorum.“

MUSCI VERI.

I. ACROCARPI.

DICRANACEÆ.



Dicranella (C.-Müll.) Schimp., Mitt.

D. nitida Broth.

Dioica; cæspitosa, cæspitibus humilibus, densis, lutescentibus, nitidis; *caulis* ad 5 mm. usque altus, erectus, dense foliosus, basi radiculosus, dichotome ramosus; *folia* brevia, sicca arcte imbricata, humida erecto-patentia, haud vel vix subsecunda, inferiora minora, lanceolata, acuta, superiora e basi oblonga vel obovato-oblonga anguste lanceolata, acuta, usque ad 1,9 mm. longa et 0,5—0,6 mm. lata, marginibus inferne erectis, superne plus minusve revolutis, integerrimis vel subintegerrimis, nervo lævissimo, foliorum superiorum basi circa 0,05 mm. lato, cum apice evanido, inferiorum paulum infra apicem desinente, cellulis omnibus elongatis, subrectangularibus, basilaribus majoribus; *bracteæ perichætii* foliis similes, minores; *seta* ad 0,6 mm. usque alta, basi geniculata, erecta, sicca flexuosula, tenuis, lutescens, lævissima; *theca* erecta, circa 1 mm. alta, ovata, collo subnullo, deoperculata sub ore constricta, fusca, haud nitida, lævissima; *operculum* rostratum, rostro thecæ fere longitudinis, obliquo. Cætera ignota.

Prov. Minas Geraës, Caraça, in terra arenosa; thecis immaturis et deoperculatis.

Species foliis arcte imbricatis, brevibus, nitidis insignis.

D. fusca Broth.

Dioica; cæspitosa, cæspitibus humilibus, densis et latis, lutescenti-viridibus, mox fuscescentibus, nitidis; caulis ad 3 mm. usque altus, gracilis, erectus, inferne parce radiculosus, superne dense foliosus, simplex vel subsimplex; *folia*

inferiora remota, minuta, comalia dense conferta, homomalla, e basi oblonga sensim subulata, acuta, usque ad 2 mm. longa, marginibus ubique erectis, integerrimis vel summo apice denticulis paucis præditis, nervo foliorum superiorum basi circa 0,05 mm. lato, cum apice evanido, lævissimo, cellulis omnibus elongatis, subrectangularibus; *bracteæ perichætii* foliis subsimiles; *seta* ad 3 mm. usque alta, erecta, strictiuscula, tenuis, lutescens, lævissima; *theca* erecta, circa 0,7 mm. alta, minuta, ovato-ovalis, brevicollis, deoperculata sub ore haud constricta, pallide fusca, haud nitida, lævissima; *annulus* longe persistens, circa 0,035 mm. latus; *peristomium* simplex, dentibus 16, æquidistantibus, ultra medium bifidis, ubique papillosis, aurantiacis, cruribus pallidis, circa 0,27 mm. altis et circa 0,035 mm. latis; *spori* 0,017—0,02 mm., ferruginei, papillosi; *operculum* pallidum, rostratum, rostro obliquo, thecæ longitudinis; *calyptra* cucullata, ad dimidiam partem superiorem theca dependens, basi truncata, pallida, lævissima. *Planta mascula* ignota.

Prov. Minas Geraës, Caraça, ad rupes.

A *D. Martiana* Hamp., proxima, foliis brevioribus et angustioribus ut etiam dentibus peristomii minus papillosis differt.

D. Martiana (Hamp.) — Hampe Symb. X p. 41. (sub. *Angstroemia*). Prov. Minas Geraës, Caraça, in terra arenosa; fertilis.

D. exigua (Schwægr.). — C. Müll. Syn. I p. 444 (sub *Angstroemia*).

Prov. Rio de Janeiro, Lafayette; fertilis.

Ditrichum Timm.

D. subrufescens Broth.

Autoicum; cæspitosum, cæspitibus laxis, viridibus vel rufescenti-viridibus, nitidis; *caulis* ad 4 mm. usque altus, erectus, basi radiculosus, inferne remote, superne dense foliosus, simplex; *folia* inferiora remota, minuta, superiora dense conferta, flexuosula, patentia, a basi erecta, oblonga sensim canaliculato-subulata, obtusa, comalia 3—4 mm. longa, marginibus ubique erectis, summo apice tantum denticulatis, nervo foliorum superiorum basi circa 0,05 mm. lato, ad apicem usque a lamina distincto, cum vel paulum infra apicem evanido, lævissimo, cellulis ubique linearibus, lutescentibus, lævissimis; *bracteæ perichætii* basi longiore, vaginantes, cæterum foliis similes; *seta* ad 1,7 mm. usque alta, erecta, flexuosula, tenuissima, inferne rubra, superne lutescens, lævissima; *theca* erecta, asymmetrica, brevicollis, anguste subcylindrica, plerumque curvatula, pallide fusca, lævis, nitidiuscula, circa 2 mm. alta; *annulus* duplex, per partes secedens; *peristomium* simplex, dentibus erectis, basi coalitis, carneis, fere ad

basin bifidis, cruribus densissime et longe papillosis; *spori* 0,011 mm., pallide ferruginei, lævissimi; *operculum* circa 1 mm. altum, alte et anguste conicum, obliquum, obtusum rubrum; *calyptra* ignota; *androecia* plura, lateralia, gemmiformia, bracteis late vaginantibus, luteis, intimis multo brevioribus, enerviis.

Prov. Minas Geraës, Caraça, in terra.

A. *D. rufescente* Hamp., simillimo, inflorescentia autoica foliisque obtusioribus, apice denticulatis distinguitur. A *D. paulense* Geh. et Hamp., mihi descriptione tantum cognita, dentibus peristomii longe et densissime papillosis jam differt.

Trematodon Michx.

Tr. reflexus C.-Müll. Syn. I p. 459.

Prov. Rio de Janeiro, Lafayette; fertilis.

Holomitrium Brid.

H. Olfersianum Hornsch. — C.-Müll. Syn. I p. 349.

Prov. Minas Geraës, Caraça; fertile.

H. crispulum Mart. — C.-Müll. Syn. I p. 350.

Prov. Minas Geraës, Caraça; fertile.

Campylopus Brid.

C. arctocarpus (Hornsch.) — C.-Müll. Syn. I p. 398 (sub *Dicrano*).

Prov. Minas Geraës, Caraça, ad ligna putrida; fertilis.

C. subarctocarpus (Hamp.). — Hampe Symb. XXIV p. 255 (sub *Dicrano*).

Prov. Minas Geraës, Sitio, ad corticem arb.; fertilis.

Folia *C. subarctocarpi* (Glaziou n. 9078! 9079!) haud integerrima, ut l. c. dicit Hampe, sed apice denticulata sunt.

C. ditrichoides Broth.

Gracilis, dense cæspitosus, cæspitibus inferne in arena sepultis, superne lutescenti-viridibus, nitidis; *caulis* ad 4 cm. usque altus, erectus, strictiusculus, superne haud incrassato-comosus, densiuscule et æqualiter foliosus, in partem superiorem usque dense rubro-radiculosus, simplex; *folia* sicca strictiuscula, apicalia interdum flexuosula, humida strictiuscula, patentia, comalia erecto-patentia et paulum subsecunda vel omnino erecta, profunde canaliculata, e basi lanceolata sensim longe et anguste subulata, acutiuscula, 6—7, rarius usque

ad 10 mm. longa et circa 0,6 mm. lata, marginibus erectis, apice crebre et minute serrulatis, cæterum integerrimis, nervo concolori angusto, basi folii quartam partem occupante, ad apicem usque a lamina distincto, dorso superne minute et obtuse serrulato, cellulis alaribus oblongo-hexagonis, ventricosis, incrassatis, totam basin occupantibus, fuscis, sæpe decoloratis, basilaribus internis laxis, inanibus, rectangularibus, pluriseriatis, externis elongatis, angustis, pluriseriatis, laminalibus omnibus elongatis, angustissimis, rectangularibus, interstitiis nodulosis. Cætera ignota.

Prov. Minas Geraës, Caraça, in terra arenosa.

Species habitu ditrichoideo, nervo angusto et cellulis superioribus elongatis, angustissimis peculiaris.

C. penicillatus (Hornsch.) — C.-Müll. Syn. I p. 415 (sub *Dicrano*).

Prov. Minas Geraës, Caraça; fertilis.

C. strictifolius Broth.

Rigidus, lutescenti-viridis, nitidiusculus; *caulis* ad 4 cm. usque altus, flexuosus, superne haud incrassato-comosus, dense et æqualiter foliosus, ad apicem usque rubro-tomentosus, dichotome divisus, ramulis cuspidatis; *folia* sicca imbricata, humida patentia, comalia erectiora, stricta, canaliculata, lanceolata, acuta, circa 5 mm. longa et 0,8—0,9 mm. lata, marginibus erectis, apice tantum serrulatis, nervo concolori basi folii tertiam partem occupante, ad apicem usque a lamina distincto, dorso alte lamelloso, lamellis ex apice usque supra medium crebre et argute serratis, cellulis alaribus permultis, laxis, rotundato-hexagonis, fuscis, basilaribus internis pluriseriatis, anguste et elongate rectangularibus, externis pauciseriatis, multo brevioribus, laminalibus rhombeo-ellipticis, juxta nervum longioribus et angustioribus. Cætera ignota.

Prov. Minas Geraës, Caraça, inter *Macromitrium argutum* Hamp. parce.

A *C. savannarum* (C.-Müll.), proximo, colore, foliis patentibus, strictioribus, lanceolatis, lamellis ex apice folii ultra medium crebre et argute serratis cellulisque basilaribus internis elongatis, anguste rectangularibus optime differt.

C. polytrichoides De N. — Schimp. Syn. ed. II p. 104.

Rio de Janeiro, sterilis. — A specimina europæa haud nisi nervo paulum angustiore differt.

Prov. Minas Geraës, Caraça; planta mascula.

Thysanomitrium Schwægr.

Th. Richardi (Brid.) Schwægr. — C.-Müll. Syn. I p. 413 (sub *Dicrano*).
Prov. Minas Geraës, Caraça, in terra; fertile.

Th. carassence Broth.

Speciosum, robustum, laxe cæspitosum, cæspitibus latis, superne luteis, inferne nigricantibus, nitidis; *caulis* rigidus, niger, ad 13 cm. usque altus, erectus, inferne diviso-ramosus, ramis elongatis, superne plus minusve arcuatis, simplicibus vel diviso-ramosis, ramulis brevibus, erectis, fastigiatis, cuspidatis, dense et æqualiter foliosus, haud radiculosus; *folia* humida patentia, sicca erecto-patentia, apicalia erecta, valde canaliculato-concava, apice convoluta, lanceolata, subulata, 7—8 mm. longa et 1,4—1,5 mm. lata, marginibus erectis, integerrimis, summo apice tantum parce denticulatis, nervo lato, basi folii tertiam fere partem occupante, in pilum ad 1,5 mm. usque longum, albidum, erectum, strictiusculum, denticulatum producto, cellulis ventralibus maximis, inanibus, haud incrassatis, parietibus radialibus flexuosis, dorso lævi, cellulis alaribus distinctis, permultis, minutis, subquadratis, incrassatis, aureo-fuscis, inferioribus vulgo decoloratis, cæteris omnibus elongatis, angustissimis, flexuosulis, obliquis, lævissimis. Cætera ignota.

Prov. Minas Geraës, Caraça, in terra.

Leucoloma Brid.

L. biplicatum (Hamp.) — Hampe Symb. XXIV p. 253 (sub *Dicrano*).
Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

LEUCOBRYACEÆ.

Octoblepharum Hedw.

O. albidum (L.) — C.- Müll. Syn. I p. 86.
Prov. Minas Geraës, Sitio; fertile.

Leucobryum Hamp.

L. longifolium Hamp. — C.-Müll. Syn. I p. 77.
Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

L. sordidum Ångstr. Primæ lineæ musc. cogn. p. 7.
Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.
L. Widgrenii Ångstr. in Hamp. Symb. XIX p. 134.
Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

FISSIDENTACEÆ.

Fissidens Hedw.

F. (*Conomitrium*) *tenerrimus.* C.-Müll. in litt.

Synoicus; tenerrimus, cæspitosus, cæspitibus laxis, læte viridibus, haud nitidis; *caulis* humillimus, vix ultra 0,5 mm. altus, erectus, pallidus, dense foliosus, simplex, infima basi radiculosus; *folia* usque ad 4-juga, sicca homomalla, humida stricta, plana, patentia, infima minuta, superiora subito majora, usque ad 0,6 mm. longa et 0,19 mm. lata, ligulata, obtusa, marginibus ubique ob mamillas cellularum prominentes crenulatis, haud limbata, lamina vera ad medium producta, lamina dorsali ad basin nervi enata, nervo crasso, albido, flexuoso, infra apicem evanido, lævissimo, cellulis pellucidis, valde chlorophyllosis, rotundato-hexagonis, 0,007—0,009 mm. diam., obtuse mamillosis; *perichætium* terminale; *vaginula* breviter late cylindrica, 0,15 mm. longa et æquilata, pallida, apice fusca; *seta* ad 1,8 mm. usque alta, adscendens, strictiuscula, tenuissima, paulum supra basin circa 0,6 mm. crassa, pallide rubra, lævissima; *theca* erecta, minuta, angusta, brevicollis, sicca sub ore vix constricta, valde leptodermis, pallida, lævissima; *peristomium* simplex, dentes 16, sicci stellatim horizontales, apice genuflexo incurvi, humidi inflexi, 0,125 mm. longi et 0,025 mm. lati, sanguinei, dense papillosi et trabeculati, ultra medium in cruribus duobus filiformibus, scabridis hyalinis divisi; *spori* 0,0012 mm, virides, lævissimi; *operculum* rostratum, rostro tenui, subrecto, thecæ longitudinis; *calyptra* anguste conica, apice acuminata, basi integra, scabriuscula.

Prov. Minas Geraës, Caraça, ad ligna putrida.

F. (*Conomitrium*) *longipedicellatus* C.-Müll. in litt.

Autoicus; cæspitosus, cæspitibus humilibus, laxis, læte viridibus, haud nitidis; *caulis* ad 3 mm. usque altus, gracilis, pallidus, erectus, apice curvatus, laxe foliosus, simplex, infima basi longe radiculosus; *folia* 4—8 juga, sicca circinatofalcata, humida strictiuscula, patentia, inferiora minuta, superiora usque ad 0.8 mm. longa et 0,2—0,3 mm. lata, breviter ligulata, acuta, marginibus ob mamillas prominentes ubique acute crenulatis, lamina vera ad vel paulum ultra medium producta,

indistincte limbata, lamina dorsali ad basin nervi enata, haud limbata, lamina apicali haud limbata, nervo albido crasso, flexuoso, paulum infra apicem evanido, lævissimo, cellulis valde chlorophyllosis, elevate acute mamillatis, rotundato-hexagonis, 0,007—0,009 mm. diam.; *perichætium* terminale; *vaginula* cylindrica, pallida, apice fusca, 0,35 mm. alta; *seta* ad 5 mm. usque alta, adscendens, tenuissima, basi 0,075 mm. et superne 0,06 mm. crassa, pallide rubra, lævissima; *theca* suberecta, minuta, angusta, brevicollis, sicca sub ore vix constricta, leptodermis, pallida, lævissima; *peristomium* simplex, dentes 16, sicci stellatim horizontales, apice genuflexo incurvi, humidi inflexi, 0,04 mm. lati, purpurei, dense papillosi et trabeculati, ultra medium in cruribus duobus filiformibus, scabridis, hyalinis divisi; *spori* 0,001—0,0012 mm., virides, lævissimi; *operculum* rostratum, rostro tenui, subrecto, thecæ longitudinis; *calyptra* anguste conica, rostrum obtegens, basi integra, pallida, lævissima; *perigonium* gemmiforme in ramulo brevissimo basilari, bracteis paucis.

Prov. Minas Geraës, Caraça, in terra.

Mönckemeyera C.-Müll. Flora 1886, p. 506.

M. Wainionis C.-Müll. in litt.

Synoica; vix cæspitosa, gracilis, læte viridis, haud nitida; *caulis* siccus apice curvatulus, humidus strictus, ad 4 mm. usque altus, densiuscule foliosus, infima basi radiculosus, simplex vel furcatus; *folia* usque ad 12-juga, sicca homomalla, humida stricta, patentia, usque ad 1,33 mm. longa et 0,34 mm. lata, lineari-lanceolata, acuta, marginibus ob mamillas prominentes ubique crenulatis, lamina vera angustissime limbatula, lamina dorsali et apicali haud limbata, nervo crassiusculo, flexuoso, flavido, subexcurrente, cellulis rotundato-hexagonis, 0,0075 mm. diam., valde chlorophyllosis, mamillosis; *perichætium* terminale; *seta* perbrevis, vix 1,5 mm. alta, adscendens, tenuissima, paulum supra basin 0,07 mm. crassa, rubra, lævissima; *theca* erecta, minuta, 0,6 mm. alta, anguste elliptica, sub ore haud constricta, pallida, valde leptodermis, lævissima; *peristomium* simplex; *dentes* 16, sicci incurvi, humidi erecti, e basi latiore (0,03 mm.) et lævi subulati, circa 0,175 mm. longi, indivisi, linea longitudinali destituti, densissime papillosi, intus trabeculati, lamellis cristato-appendiculatis, obscure rubri. Cætera ignota.

Prov. Minas Geraës, Caraça, ad ligna putrida.

SYRRHOPODONTACEÆ.

Syrrhopodon Schwægr.

S. (*Eusyrrhopodon*) *Gaudichaudii* Mont. — C.-Müll. Syn. I p. 542.

Prov. Minas Geraës, Caraça, ad corticem arb. parce; fertilis.

S. (*Eusyrrhopodon*) *gracilescens* Broth. Gracilis, sat dense cæspitosus, cæspitibus glauco-viridibus, inferne rubescentibus, haud nitidis; *caulis* ad 1,5 cm. usque altus, erectus, flexuosus, a basi usque laxe foliosus, infima basi rubro-radiculosus, simplex vel superne parce divisus; *folia* sicca circinato-incurva, humida apice parce incurva, demum strictiuscula, patentia, canaliculata, e basi hyalina, vaginante, oblonga, circa 0,95 mm. longa et circa 0,45 mm. lata ligulata, obtusa, circa 2,5 mm. longa, dense verrucosa, marginibus undulatis, erectis, summo apice eroso-denticulatis, parte superiore basis remote et minute serratis, cæterum integerrimis, limbata, limbo hyalino, basi latiore, superne angustissimo, vix conspicuo, usque ad apicem producto, nervo tenui, basi circa 0,005 mm. lato, infra apicem evanido, superne dorso setuloso, cellulis basilaribus intralimbalibus inanibus, breviter rectangularibus, laminalibus multo minoribus, obscuris, subquadratis, paullo incrassatis, valde chlorophyllosis. Cætera ignota.

Prov. Minas Geraës, Lafayette, ad corticem arb. parce.

A præcedente, valde affini, colore glauco-viridi, statura graciliore, caule laxius folioso foliisque angustius limbatis differt.

Obs. Folia *S. Gaudichaudii* parte superiore basis in eodem caule nunc integerrima nunc remote serrulata sunt.

S. (*Eusyrrhopodon*) *capillaceus* Hamp. Enum. p. 81 (9).

Prov. Minas Geraës, Caraça, parce et sterilis.

S. (*Eusyrrhopodon*) *argenteus* Broth.

Dioicus; laxe cæspitosus, cæspitibus albo-viridibus, nitidis; *caulis* ad 2,5 cm. usque altus, erectus, strictus, a basi usque dense foliosus, basi fusco-radiculosus, superne hic illic dense rubro-radiculosus, diviso-ramosus, ramis superioribus pluribus, fastigiatis; *folia* sicca et humida strictiuscula, patentia, canaliculata, e basi hyalina, vaginante, circa 3 mm. longa, superne paullo dilatata et ibidem circa 0,47 mm. lata anguste linearia, acuta, lamina foliorum superiorum 8—10 mm. longa et circa 0,15 mm. lata, marginibus haud undulatis, erectis, basi integerrimis, parte inferiore laminæ minute, superne autem grossius geminatim dentatis, limbata, limbo hyalino, basi lato, superne angu-

stiore, sed ubique valde conspicuo, usque ad apicem producto, nervo concolori, basi circa 0,1 mm. lato, paullo infra apicem evanido, dorso lævi, cellulis basilaribus intralimbalibus inanibus, laxis, inferioribus rectangularibus, superioribus oblongo-hexagonis, laminalibus minutissimis, obscuris, subquadratis, minute papillosis, valde chlorophyllosis; *bracteæ perichætii* exteriores foliis subsimiles, sed breviores, intimæ parvæ, teneræ, lineari-lanceolatæ, acutissimæ, omnino pellucide reticulatæ, subintegræ; *seta* ad 12 mm. usque alta, erecta, strictiusrula, tenuis, sicca torta, rubra, laevissima; *theca* immatura; *operculum* conicum, costratum, rostro obliquo, tenui, circa 1,5 mm. alto; *calyptra* albida, apice fuscidula, scabra, thecam pro maximam partem obtegens.

Prov. Minas Geraës, Caraça, parce.

A *S. capillaceo* Hamp., proximo, caule longiore, strictiore, foliis strictiusculis, multo brevioribus, marginibus laminæ ubique denticulatis et cellulis minoribus optime differt.

S. (*Orthotheca*) *carassensis* Broth.

Dioicus; dense cæspitosus, cæspitibus magnis, rigidis, rubiginosis, nitidiusculis; *caulis* ad 3 cm. usque altus, erectus, strictus, e basi usque dense foliosus, parce radiculosus, simplex vel superne fastigiatim ramosus; *folia* sicca flexuosa, humida strictiuscula, profunde canaliculato-concava, patentia, e basi hyalina, erecta, vaginante, superne haud vel vix dilatata, circa 1,9 mm. longa et circa 0,47 mm. lata sensim linearia, acuta, superiora circa 7 mm. longa, minute papillosa, marginibus haud undulatis, erectis, basi integerrimis, parte inferiore laminæ minute, apice grosse geminatim serratis, limbata, limbo lutescente, 5—6 seriato, incrassato, haud lamellato, usque ad apicem producto, nervo rufo, basi circa 0,1 mm. lato, cum apice evanido, dorso subglabro, superne parce et minute denticulato, cellulis basilaribus intralimbalibus inanibus, laxis, breviter rectangularibus vel subquadratis, laminalibus minutis, incrassatis, subquadratis; *bracteæ perichætii* foliis subsimiles; *seta* ad 1 cm. usque alta, erecta, tenuis, sicca flexuosula et dextrorsum torta, rubra, lævissima; *theca* erecta, cylindrica, asymmetrica, brevicollis, badia, nitidissima, plicata, circa 3 mm. longa et 0,57 mm. crassa; *annulus* 0; *peristomium* simplex, dentibus infra orificium oriundis, albidis, lævissimis, circa 0,25 mm. longis et circa 0,025 mm. latis; *spori* 0,012—0,015 mm., lutescenti-virides; *operculum* conicum, longe rostratum, rostro tenui, obliquo, circa 1,4 mm. alto; *calyptra* cucullata, basi integra, fuscidula, apice scabra, maximam partem thecæ obtegens.

Prov. Minas Geraës, Caraça, in terra.

Species pulchra, colore rubiginoso, foliis flexuosis, limbo haud lamelloso cæterisque notis raptim dignoscenda.

S. (*Orthotheca*) *Wainioi* Broth.

Laxe cæspitosus, cæspitibus parvis, rigidis, viridibus, nitidis; *caulis* ad 12 mm. usque altus, adscendens, dense foliosus, inferne dense fusco-tomentosus, simplex; *folia* sicca incurva, humida stricta, patula, canaliculato-concava, brevia, e basi hyalina, erecta lanceolata, acuta, circa 4 mm. longa et circa 0,95 mm. lata, dorso papillosa, ventre mamillosa, marginibus parce undulatis, erectis vel hic illic leviter revolutis, integerrimis, superne ob papillas minute crenulatis, limbata, limbo hyalino, angustissimo, vix ultra medium folii producto, haud incrassato vel lamellato, nervo albicante, basi circa 0,1 mm. lato, superne multo tenuiore, infra apicem evanido, dorso valde prominente, nitido, papilloso, integro, cellulis basilaribus intralimbalibus inanibus, laxis, rectangularibus, infimis, præcipue angularibus, aureis, laminalibus multo minoribus, subquadratis, paullo incrassatis, chlorophyllosis. Cætera ignota.

Prov. Minas Geraes, Sitio, ad corticem arb. parce.

Species foliis brevibus, integerrimis, marginibus haud incrassatis insignis.

TORTULACEÆ.

Mollia Schrank., Lindb.

M. cæspitosa (Schwægr.) — Mitten Musci austro-americani p. 149. (sub *Tortula*).

Rio de Janeiro; fertilis.

ORTHOTRICHACEÆ.

Macromitrium Brid.

M. nitidum Hook. Wils. — C.-Müll. Syn. I p. 735.

Prov. Minas Geraës, Caraça; fertile.

M. argutum Hamp. — C.-Müll. Syn. II p. 647.

Prov. Minas Geraës, Caraca; fertile.

Schlotheimia Brid.

S. tecta Hook. Wils. — C.-Müll. Syn. I p. 752.

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterilis.

S. (*Euschlotheimia*) *Wainioi* BROTH.

Dioica; densiuscule et late pulvinata, gracilis, superne læte viridis, inferne fusca, nitidiuscula; *caulis* repens, dense radiculosus, ramis numerosis, gracilibus, obtusis, circa 1 cm. altis, dichotome divisis, erectis vel adscendentibus; *folia* sicca imbricata, indistincte spiraliter torta, humida patentia, subpatula, apice reflexiuscula, subplana, ligulata, obtusa, breviter apiculata, 1,3—1,5 mm. longa et 0,4—0,5 mm. lata, rugulosa, pellucida, marginibus planis, integerrimis, nervo lævi, inferne circa 0,05 mm. lato, excurrente, cellulis valde incrassatis, basilaribus elongatis, marginalibus brevioribus, superioribus rotundo-ovalibus, omnibus lævissimis; *bracteae perichaetii* haud excedentes, foliis paulum longiores et latiores, haud rugulosæ vel plicatæ; *seta* ad 0,7 mm. usque alta, erecta, strictiuscula, tenuis, superne dextrorsum torta, rubra, lævissima; *theca* deoperculata erecta, anguste cylindrica, plicata, badia, c. 1,7 mm. alta; *calyptra* straminea, vix scabra.

Prov. Minas Geraës, Sitio, ad corticem arborum; thecis deoperculatis et immaturis.

A *S. nitida* SCHWÆGR. colore læte viridi, statura graciliore et minus rigida, foliis remotioribus, subpatulis et bracteis perich. minoribus, haud plicatis differt.

S. campylopus C.-MÜLL. in litt.

Dioica; humilis, rigida, laxe cæspitosa, cæspitibus fusco-viridibus, haud nitidis; *caulis* breviter repens, dense ferrugineo-radiculosus, dense ramosus, ramis gracilibus, brevissimis, strictis, obtusis, dense foliosis; *folia* sicca dense imbricata, indistincte vel vix spiraliter torta, humida erecto-patentia, apice reflexiuscula, oblongo-ligulata, obtusa, breviter apiculata, usque ad 1,5 mm. longa et 0,6 mm. lata, parce rugulosa, pellucida, marginibus planis, integerrimis, nervo lævi, paulum infra apicem evanido, cellulis superioribus perfecte incrassato-rotundatis, sequentibus ellipticis, basilaribus elongatis, angustis; *bracteæ perichætii* excedentes, foliis latiores, magis acuminatæ, usque ad 2,5 mm. longæ et 1 mm. latæ, plicatæ, haud rugulosæ; *seta* ad 5 mm. usque alta, curvata, crassiuscula, lutescens, dein rufescens, lævissima; *theca* anguste cylindrica, circa 2 mm. alta, parce plicata (evacuata deest), junior lutescens; *peristomium* duplex; *exostomii* dentes 0,4 mm. longi et 0,087 mm. lati, sicci apice reflexiusculi, humidi incurvi, carnei, crassi, opaci, obtusi, linea longitudinali exarati; *endostomii* processus dentibus multo breviores et angustiores, obtusi, flavidi, papillosi, longitudinaliter striati, haud bifidi; *spori* 0,002—0,0022 mm., pallide virides, dense verrucosi; *operculum* cupulatum, breviter recte rostratum; *calyptra* fusco-lutea, superne scaberrima.

Prov. Minas Geraës, Sitio, ad corticem arborum.

A *S. nitida* Schwægr. rigiditate, ramis brevissimis, gracilibus, theca longiore et calyptra scaberrima differt.

S. Trichomitrium Schwægr. — C.-Müll. Syn. I p. 762.

Prov. Minas Geraës, Sitio; fertilis.

FUNARIACEAE.

Funaria Schreb., Lindb.

F. calvescens Schwægr. — C.-Müll. Syn. I p. 107.

Prov. Minas Geraës, Sitio; fertilis.

BARTRAMIACEAE.

Breutelia Schimp.

Br. Wainioi Broth. Bot. Centralbl. T. XXXVI p. 86.

Dioica; dense cæspitosa; *caulis* ad 10 cm. usque altus, crassus, rigidus, fragilis, flexuosus, tomento densissimo ferrugineo usque ad apicem obrutus, vage ramosus, ramis et ramulis brevibus, densis; *folia* in parte superiore caulis dense conferta, rigida, nitida, plicata, lutescenti-viridia, e basi adpressa divaricata, apicalia erecta, ramulina patentia, sicca immutata, 4,5 mm. longa et 1 mm. vel paulum ultra lata, parum concava, e basi ovata sensim angustata, cuspidata, marginibus a basi usque ad medium valde revolutis, inde ad apicem denticulatis, nervo inferne rufescente, superne viridi, plus minusve excurrente, cellulis basilaribus angustissimis, lævibus, infimis rufescentibus et utrinqne ad marginem multo majoribus, laxis, cæteris angustissimis, remote papillosis; *bracteae perichaetii* erecto-adpressæ, albicantes, basi rufescentes, multo teneriores, marginibus planis, e basi oblonga sensim angustatæ, integerrimæ, brevius cuspidatæ, laxe elongate et tenerrime areolatæ, plicatæ, haud papillosæ, nervo summo apice dissoluto, pro majorem partem rufescente, intimis minores obtusæ, nervo brevi; *vaginula* 2,2 mm. alta, conica, fusca, archegonia numerosa et paraphyses subclavatas gerens; *seta* 1,9 cm. alta, paulum arcuata, purpurea, sat gracilis, lævissima; *theca* oblonga, horizontalis, 4 mm. alta et 1,5 mm. crassa, sulcata, pallida; *annulus* nullus; *peristomium* duplex, normale; *spori* 0,018—0,021 mm., sulphurei, lævissimi; *operculum* breviter conicum, mamillatum; *calyptra* ignota.

Planta mascula ignota.
Prov. Minas Geraës, Caraça.
E robustissimis, amplitudine *B. giganteam* (javensem) superans.
Br. robusta (HAMP.) — HAMPE Symb. X p. 55 (sub *Frionodonte*).
Syn. *Br. grandis* (HAMP.) — HAMPE Addit. p 369 (sub *Bartramia*).
Prov. Minas Geraës, Caraça inter Sphagna parce et sterilis.

Philonotis BRID.

Ph. glaucescens HORNSCH. — HAMP. Enum. p. 94 (22).
Rio de Janeiro; fertilis.

BRYACEAE.

Bryum DILL., SCHIMP.

Br. horizontale HAMP. Symb. XIX p. 148.
Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.
Br. cavum C.-MÜLL. Syn. I p. 283.
Prov. Minas Geraës, Caraça; fertile.
Br. corrugatum HAMP. Symb. VIII p. 276.
Prov. Minas Geraës, Sitio; fertile.
Br. conicum HORNSCH. — C.-MÜLL. Syn. I p. 301.
Prov. Minas Geraës, Sitio; sterile.

Rhizogonium BRID.

Rh. spiniforme (L). — C.-MÜLL. Syn. I p. 175 (sub *Mnio*).
Prov. Minas Geraës Caraça; fertile.

POLYTRICHACEAE.

Polytrichum DILL., EHRH.

P. (*Pogonatum*) *camptocaulon* C.-MÜLL. in litt.

Dioicum: cæspitosum, cæspitibus densiusculis, obscure viridibus, haud nitidis; *caulis* ad 4 cm. usque altus, arcuatus, simplex, basi pallide lanatus, su-

perne densiuscule foliosus; *folia* sicca tortilia, profunde canaliculata, humida patentia, stricta, subplana, infima minuta, superiora longiora, e basi erecta, subvaginante, brevi, hyalina sensim lineari-lanceolata, acuta, 5—6 mm. longa, basi circa 1 mm., superne circa 0,76 mm. lata, marginibus erectis, basi integerrimis, lamina inferne minute, superne argute serratis, dorso superne spinulosa, lamellis crebris et altis, partem superiorem folii fere totam occupantibus, cellulis basilaribus oblongis, marginalibus multo minoribus, subquadratis, laminalibus minutis, subrotundis; *bracteae perichaetii* minores, altius vaginantes, lamina angustiore, summo apice tantum serratae; *seta* ad 3 cm. usque alta, erecta, sicca flexuosa, nitida, rubra, laevissima; *theca* inclinata, curvatula, asymmetrica, cylindrica, deoperculata cylindrico-ovalis, hypophysi nullo, distincte plicata, atrofusca, papillosa; *operculum* breviter conicum, obliquum, obtusum; *calyptra* ferruginea, dense pilosa.

Planta mascula femineae similis, sed gracilior, brevius et remotius foliosus.

Prov. Minas Geraës, Caraça, in terra arenosa.

A *P. tortili* Sw. foliis lineari-lanceolatis, acutioribus, argute serratis, seta longiore et theca deoperculata distinctius plicata differt.

P. Gardneri C.-Müll. Syn. II p. 560.

Prov. Minas Geraës, Sitio; fertilis.

P. brasiliense Hamp. Symb. X p. 53.

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

P. aristiflorum Mitt. Musci austro-americani p. 620.

Prov. Minas Geraës, Caraça; fertile.

II. PLEUROCARPI.

HYPOPTERYGIACEAE.

Rhacopilum Brid.

Rh. tomentosum (Hedw.) Brid. — Mitten Musci austro-americani p. 333.

Rio de Janeiro, Sitio et Lafayette; fertile.

Helicophyllum Brid.

H. torquatum (Hook.) Brid. C.-Müll. Syn. II p. 15.

Rio de Janeiro; planta feminea sterilis.

HOOKERIACEAE.

Hookeria Sm.

H. incurva Hook. Grev. — C.-Müll. Syn. II p. 192.

Prov. Minas Geraës, Caraça; fertilis.

H. Merkelii Hornsch. — C.-Müll. Syn. II p. 218.

Prov. Minas Geraës, Caraça; fertilis.

A forma typica seta apice subscabra differt.

H. (*Omaliadelphus*) *Wainioi* Broth.

Dioica; caespitosa, caespitibus densis, mollibus, lutescenti-viridibus, rubescentibus, nitidis; *caulis* procumbens, complanatus, cum foliis circa 2 mm. latus, dense foliosus, hic illic fasciculatim longe rubro-radiculosus, vage ramosus, ramis obtusis, simplicibus vel breviter ramulosis; *folia* sicca vix mutata, haud undulata vel plicata, humida patentia, planiuscula, asymmetrica, oblonga, in cuspidem brevem acutissimam attenuata, marginibus planis vel apice paulum incurvis, superne simpliciter vel duplicatim argute serratis, haud limbata, nervis binis divergentibus, tenuissimis, ad medium productis, pallidis vel rubescentibus, laevissimis, cellulis elongatis, angustis, hexagonis, basi et apice paulum brevioribus et latioribus, subinanibus, laevissimis; *bracteae perigonii* ovatae vel ovato-lanceolatae, integrae, enerves. Caetera ignota.

Prov. Minas Geraës, Caraça; planta mascula.

Ab *H. Crügeriana* Sond., habitu simili, foliorum forma nervisque multo brevioribus et tenuioribus, laevissimis jam differt.

H. crispa C.-Müll. — Mitten Musci austro-americani p. 354.

Prov. Minas Geraës, Caraca; sterilis.

Daltonia Hook. Tayl.

D. tenella Broth.

Autoica; pusilla, tenella, lutescenti-viridis; *caulis* 3 mm. altus, erectus, simplex, dense foliosus, basi longe radiculosus; *folia* patentia, subplana, oblongo-lanceolata, acuminata, aristata, acumine semitorto, circa 1,8 mm. longa et circa 0,4 mm. lata, marginibus erectis, integerrimis, limbata, limbo lutescente, basi lato, usque ad 6-seriato, superne sensim angustiore, usque in aristam pro-

ducto, nervo lutescente, flexuoso, basi 0,03 mm. lato, superne ($^3/_4$) evanido, laevissimo, cellulis basilaribus infimis laxis, quadratis, fusco-aureis, sequentibus elongato-hexagonis, circa 0,05 mm. longis et 0,012—0,015 mm. latis, caeteris oblongo-hexagonis, circa 0,02 mm. longis et circa 1,01 mm. latis, laevissimis; *bracteae perichaetii* intimae minutae, lanceolatae, 0,3—0,4 mm. longae et circa 0,2 mm. latae, vix limbatae, enerves, laxe reticulatae; *seta* 5 mm. alta, adscendens, tenuis, purpurea, inferne laevis, superne scabra; *theca* erecta, minuta, oblonga, cum collo 0,7 mm. longa et 0,36 mm. crassa, collo solido, 0,23 mm. longo, laevissima; *spori* 0,007—0,010 mm., ochracei, laevissimi; *operculum* recte rostratum, cum rostro 0,66 mm. altum; *calyptra* parva, mitriformis, apice fuscata, inferne lutescens, multifida, laevissima; *bracteae perigonii* paucae, minutae, oblongae, acutae, vix limbatae, enerves, laxe reticulatae.

Prov. Minas Geraës, Caraça; parcissime.

Minutie omnium partium et foliis laxe reticulatis insignis. — Inter alios muscos surculum singulum inveni, qua causa de structura peristomii incertus sum.

ERPODIACEAE.

Decodon C.-Müll. in herb.

D. brasiliensis (Broth.) C.-Müll.

Syn. Rhachithecium brasiliense Broth. in litt.

Autoicus; gregarius vel laxe caespitulosus, caespitibus parvis, mollissimis, humillimis, viridibus; *caulis* vix ultra 1 mm. altus, erectus, carnosus, paucifolius, simplex vel basi ramosus, ramis brevissimis, erectis, inferne radiculosus; *folia* dense conferta, tenera, mollia, laete viridia, erecta, sicca incurva, carinato-concava, ligulata, breviter obtuse acuminata, 1,4 mm. longa, basi 0,35 mm., superne 0,5 mm. lata, marginibus planis, integerrimis, haud limbatis, nervo sat crasso, dorso prominente, nitido, ultra medium desinente, reti laxissimo, pellucido, cellulis inferioribus rectangularibus, teneris, inanibus, marginalibus paulum augustioribus, superioribus rotundato-hexagonis, chlorophyllosis, marginalibus minoribus, quadratis, omnibus laevissimis; *bracteae perichaetii* elongatae, apicibus thecam fere attingentibus, 0,17—2 mm. longae, vaginantes, convolutae, albidae, elongate oblongae, superne sensim acuminatae, acutiusculae, nervo tenui, ante apicem evanido, marginibus planis, cellulis pro maximam partem elongatis, summo apice tantum brevioribus, omnibus inanibus et tenerrimis; *vaginula* 0,9 mm.

alta, e basi latiore sensim angustata, inferne virescens, apice fuscidula, archegonia paucissima paraphysibus nullis gerens; *seta* ad 2,2 mm. usque alta, plus minusve curvata, sicca sinistrorsum torta, pallida, laevissima; *theca* erecta, ovalis, symmetrica, circa 0,8 mm. alta et circa 0,4 mm. crassa, crassicollis, valde leptodermis, pallida, nitida, alte 8-costata, costis lutescentibus, e cellulis 4-seriatis, dorso convexis, ventre concavis compositis; *annulus* latus, simplex, faciliter revolubilis; *peristomium* simplex, infra orificium oriundum, dentibus 16 geminatis, incurvis, siccis recurvis, lanceolatis, 0,255 mm. longis et 0,66 mm. latis, dense et alte trabeculatis, laevissimis; *spori* obscure olivacei, 0,03—0,033 mm., laevissimi; *operculum* breviter conicum, obliquum, obtusum, pallidum, inferne rufescens, cellulis breviter rectangularibus, in seriebus rectis dispositis, infimis subquadratis; *calyptra* cucullata, pallida, basi truncata latissima, apice scaberrima, ad dimidiam fere partem superiorem theca dependens.

Perigonium in ramulo proprio terminale, parvulum, gemmiforme, globosum, flavum, bracteis intimis parvis, valde concavis, apice paulum recurvis, latissime ovatis, obtusis, laevissimis, marginibus planis, integerrimis, omnibus enerviis, cellulis laxissimis, teneris inanibus, antheridiis paucis, magnis, breviter stipitatis, subcylindricis, turgidis, paraphysibus nullis.

Prov. Minas Geraës, Sitio, ad ligna putrida.

Ne pouvant point placer cette curieuse plante dans aucun genre déjà connu je l'ai envoyée sous le nom de *Rhachithecium brasiliense* à M. Müller; celui-ci confirma ma supposition à savoir qu'elle appartiendrait à un nouveau genre. Il releva pourtant en même temps que déjà auparavant une autre espèce appartenant au même genre avait été découverte par Lorentz en Argentine et qu'il avait sur cette espèce fondé dans son herbier le genre de *Decodon.* D'après M. Müller ce nouveau genre appartiendrait à la famille des *Erpodiaceae.* Plustard M. Müller a eu l'obligeance de m'envoyer encore une autre espèce du même genre, découverte celle-ci par M. Wilms en Transvaal (*D. transvaaliensis*).

NECKERACEAE.

Rhacocarpus Lindb.

Rh. Humboldtii (Spreng.) — C.-Müll. Syn. II p. 102 (sub *Neckera*).
Prov. Minas Geraës, Caraça; sterilis.

Rh. piliformis Broth.

Dioicus; caespitosus, caespitibus densis, superne pallide viridibus, inferne fuscis, vix nitidis; *caulis* ad 9 cm. usque altus, dense pinnatim ramosus, ramis patentibus, strictis, cuspidatis, vix ultra 7 mm. longis, dense foliosis; *folia* sicca julaceo-appressa, humida erecto-patentia, panduraeformi-oblonga, in pilum brevem, strictiusculum attenuatis, marginibus basi revolutis, apice incurvis, superne minute et remote serrulatis, enervia, cellulis alaribus multis, laxis, quadratis, fuscis, ventrem minus distinctum sistentibus, caeteris elongatis, angustis, basilaribus laevibus, fusco-aureis, marginalibus limbum pallidum, ad apicem usque productum, efformantibus, laminalibus superficie tota minutissime papillosis, obscuris. Cætera ignota.

Prov. Minas Geraës, Caraça.

Inter *Rh. Humboldtii* et *Rh. inermem* locum medium tenet. A priore foliis brevius piliferis cellulisque alaribus ventrem minus distinctum sistentibus, a posteriore foliis piliferis jam differt.

Rh. inermis (Ångstr.)

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterilis.

Acrocryphaea Hook. Wils.

A. Gardneri (Mitt.) — Mitt. Musci austro-americani p. 415 (sub *Cryphaea*).

Prov. Minas Geraes, Lafayette et Sitio, ad truncos arborum; fertilis.

Papillaria (C.-Müll.)

P. usneoides Broth.

Caespitosa, caespitibus laxis, mollibus, barbate pendulis, pallide lutescenti-viridibus, haud nitidis; *caulis* longissimus, tenuis, flaccidissimus, laxe foliosus, vage ramosus, ramis raro brevibus, robustiusculis, compressis, attenuatis, divaricatis, plerumque longissimis, flexuosis, filiformibus, obtusis, parce ramulosis; *folia* patentia, e basi cordata amplectante lanceolata, caulina brevius, ramea et ramulina longe et flexuose articulato-pilifera, marginibus erectis, parce undulatis, basi crenulatis, superne distincte denticulatis, nervo tenui, supra medium evanido, cellulis elongatis, angustissimis, seriatim punctulato-papillosis, basilaribus infimis brevioribus et latioribus, alaribus vix distinctis. Caetera ignota.

Prov. Minas Geraës, Caraça; perfecte sterilis.

A *P. caldensi* Ångstr. caule haud pinnato, foliis basi cordatis, marginibus distincte denticulatis et nervo longiore differt.

P. appressa (HORNSCH.) — C.-MÜLL. Syn. II p. 136 (sub *Neckera*).

Prov. Minas Geraës, Sitio; sterilis.

P. nigrescens (SCHWÆGR.) — C.-MÜLL. Syn. II p. 134 (sub *Neckera*).

Prov. Minas Geraës, Lafayette; sterilis.

P. callochlorosa C.-MÜLL. in litt.

Dioica; cæspitosa, cæspitibus laxis, rigidis, læte viridibus, ætate fuscescentibus, haud nigricantibus; *caulis* procumbens, flexuosus, ramis dense foliosis, crassiusculis, teretibus, obtusis, brevibus, simplicibus, vel longioribus, pinnatim ramulosis, ramusculis filiferis nullis; *folia* rigida, dense imbricata, profunde plicata, humida patentia e basi hastata breviter et late lanceolata, breviter et anguste acuminata, marginibus erectis, basi parce undulatis, integerrimis, basi ob papillas prominulas minutissime crenulatis, nervo tenui, pallido, ultra medium evanido, cellulis rhomboidaliter linearibus, angustis, brevibus, obscuris, seriatim minute papillosis, basilaribus juxta nervum longioribus et angustioribus laevibus, infimis brevioribus et latioribus, alaribus infimis subquadratis; *bracteæ perichætii* exteriores minores, interiores majores, e basi elongate oblonga subito lanceolato-subulatae, elongate pellucide reticulatae, paraphyses permultas, exsertas, cellulosas, nodosiuscule denticulatas includentes; *seta* 4 mm. alta, curvatula, straminea, scabra; *theca* anguste oblonga, basi attenuata, fuscidula, circa 2 mm. longa; *calyptra* junior pallida, dense et longe pilosa. Cætera ignota.

Prov. Minas Geraës, Sitio; parce fertilis.

A praecedenti statura robustiore et rigidiore, seta scabra et calyptra dense pilosa jam differt.

P. media ÅNGSTR. Primae lineae p. 36.

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterilis.

P. latifolia (LINDB.) — C.-MÜLL. Bot. Ztg. 1859 p. 247 (sub *Neckera*).

Prov. Minas Geraës, Sitio; sterilis.

A speciminibus Glaziovianis (n. 4,555) foliis longius piliferis aliquantulum differt.

Pilotrichella (C.-MÜLL.)

P. crinita (SULL.) — MITTEN Musci austro-americani p. 431 (sub *Meteorio*).

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterilis.

P. tetragona (SW.) — C.-MÜLL. Syn. II p. 125 (sub *Neckera*).

Prov. Minas Geraës, Lafayette et Sitio; sterilis.

P. squarrulosa C.-Müll. in litt.

P. flexili (Sw.) simillima, sed rigidior et paulum robustior, foliis patentissimis. Discrimen aliud invenire mihi haud contigit. Specimina fertilia desiderata.

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterilis.

Meteorium Brid.

M. remotifolium (Hornsch.) — Mitten Musci austro-americani p. 447.

Prov. Minas Geraës, Sitio; sterile.

M. ambiguum (Hornsch.) — Mitten Musci austro-americani p. 446.

Prov. Minas Geraës, Sitio et Caraça; sterile.

Phyllogonium Brid.

Ph. viride Pers. — Mitten Musci austro-americani p. 424.

Prov. Minas Geraës, Sitio, Lafayette et Caraça; sterile.

SEMATOPHYLLEAE.

Sematophyllum Mitt.

S. subpungifolium Broth.

Autoicum; caespitosum, caespitibus densiusculis, prostratis, lutescenti-viridibus, demum fusco-aureis, nitidis; *caulis* repens, ramis complanatis, densifoliis, subcuspidatis, longis, adscendentibus, irregulariter breviuscule subpinnatis vel brevibus, dense confertis, strictis vel curvatis, simplicibus; *folia* firma, sicca imbricata, leviter plicata, humida patentia, oblongo-lanceolata, acuminata, acumine semitorto pungiformia, marginibus plus minusve plicato-revolutis, apice haud involutis, integerrimis, enervia, cellulis alaribus aureis, pachydermicis, triseriatis, infimis elongatis, rectangularibus, superioribus brevioribus, basilaribus infimis luteis, caeteris elongatis, angustissimis, diaphanis, lævissimis; *bracteae perichaetii* numerosae, erectae, foliis subsimiles, cellulis basilaribus elongato-hexagonis, luteis; *seta* ad 12 mm. usque alta, erecta, flexuosula, tenuissima, inferne purpurascens, superne pallidior, apice haud incrassata, laevissima; *theca* erecta, circa 1 mm. longa, vix curvata, oblonga, leptodermis, pallide fusca, basi haud strumulosa

vel callosa, laevissima; *annulus* 0; *peristomium* duplex, *exostomii* dentes lanceolati, circa 0,32 mm. longi et 0,06 mm. lati, pallidi, dense lamellosi, densissime striati et papillosi, linea media latiuscule diaphana valde exarati; *endostomium* pallidum, ubique papillosum, processus carinati, haud perforati, dentium longitudine vel paulum longiores; cilia nulla; *spori* 0,016—0,017 mm., virides, papillosi; *operculum* rostratum, rostro curvato, thecæ longitudine; *calyptra* cucullata, pallida, lævissima.

Prov. Minas Geraës, Lafayette et Caraça.

A. *S. pungifolio* (Hamp.), descriptione mihi tantum cognita, ramis complanatis, seta longiore et operculo longius rostrato differre videtur.

S. stenocarpum Hamp. — Mitten Musci austro-americani p. 478.

Prov. Minas Geraës, Caraça; fertile.

Rhaphidostegium Schimp.

Rh. cyparissoides (Hornsch.) — C.-Müll. Syn. II p. 304 (sub *Hypno*).

Prov. Minas Geraës, Caraça, ad ligna putrida; fertile.

Rh. pseudo-callidioides Broth.

Autoicum; late cæspitosum, cæspitibus densis, depressis, viridibus, demum pallidis, nitidis; *caulis* prostratus, vage ramosus, ramis irregulariter pinnatis, ramulis ad 7 mm. usque longis, rectis, complanatis, simplicibus, dense foliosis; *folia* falcato-decurva, concava, lanceolata, in subulam brevem et latiusculam vel longiorem et angustiorem producta, marginibus revolutis, superne argute serrulatis, enervia, cellulis alaribus 3—5, magnis, vesiculæformibus, pallidis vel lutescentibus, cæteris elongatis, angustis, parce chlorophyllosis, dorso remote pagillosis, basilaribus infimis lutescentibus, paulum brevioribus et latioribus; *bracteæ perichætii* erectæ, e basi anguste lanceolata sensim subulatæ, apice serrulatæ; *seta* ad 1 cm. usque alta, erecta, flexuosula, tenuis, purpurea, lævissima; *theca* nutans, minuta, ovalis, subpyriformis, deoperculata sub ore constricta, lævissima; *peristomium H. callidioidis; spori* 0,012 mm., virides, lævissimi; *operculum* rostratum, rostro theca longiore, curvato; *calyptra* evoluta ignota.

Prov. Minas Geraës, Caraça, ad ligna putrida.

A *Rh. callidioidi* (C.-Müll.), proximo, foliis dorso papillosis et bracteis perich. anguste lanceolatis differt; a *Rh. callido* (Mont.) eisdem notis, ut etiam seta multo breviore et tenuiore jam longius recedit.

Cilia *Rh. callidioidis* haud rudimentaria, sed singula, bene evoluta sunt.

Rh. argyroviride (Hamp.) — Symb. VIII p. 292 (sub *Hypno*).

Prov. Minas Geraës, Lafayette, ad ligna putrida; fertile.

Rh. Kegelii (C.-Müll.) — C.-Müll. Syn. II p. 325 (sub *Hypno*).
Prov. Minas Geraës, Sitio, ad corticem arborum; fertile.

Potamium Mitt.

P. commutatum (C.-Müll.) Mitt. Musci austro-americani p. 472.
Prov. Minas Geraës, Sitio, ad ligna putrida; fertile.

STEREODONTACEAE.

Microthamnium Mitt.

M. Widgrenii Ångstr. Primæ lineæ p. 43.
Rio de Janeiro, Sitio et Lafayette, ad ligna putrida; fertile.
M. flavidum Ångstr. l. c. p. 43.
Prov. Minas Geraës, Sitio; fertile.

Ectropothecium Mitt.

E. Wainioi Broth.

Autoicum; cæspitosum, cæspitibus densis, mollibus, lutescenti-viridibus, nitidis; *caulis* flexuosus, dense foliosus, irregulariter dense pinnatus, ramis crassiusculis, inæqualibus; *folia* falcata, in apice ramorum adunca, concava, lanceolata, late cuspidata, marginibus erectis, apice serrulatis, nervis binis brevibus vel nullis, cellulis elongatis, angustissime linearibus, basilaribus brevioribus et latioribus, infimis laxis, hyalinis, omnibus lævissimis; *bracteæ perichætii* externæ e basi lata subito longe loriformi-attenuatæ, remote serrulatæ, laxius reticulatæ, intimæ multo minores et angustiores; *seta* ad 2,2 cm. usque alta, flexuosa, basi sæpe genuflexa, 0,17—0,18 mm. crassa, rubra, lævissima; *theca* pendula, breviter subovato-oblonga, 1,14 mm. longa et 0,8 mm. crassa, collo nullo, sicca sub ore haud constricta, fuscidula, lævissima; *peristomium* duplex, *exostomii* dentes 0,57 mm. longi et 0,11 mm. lati, lutescentes, dense lamellati, densissime striati, linea media flexuosa notati, apice pallidi, scabridi; *endostomium* sordide lutescens, ubique minute papillosum, processus carinati, anguste perforati, cilia nulla; *spori* 0,0125 mm., obscure virides, granulati; *operculum* convexum, brevissime rostratum, rostro obtuso, subobliquo. *Calyptra* ignota.

Prov. Minas Geraës, Lafayette, in terra argillosa.

Ab *E. apiculato* (HORNSCH.) MITT. statura robustiore, foliis brevius et latius acuminatis, seta longiore, theca sub ore haud constricta et operculo brevissime rostrato, haud apiculato, optime differt.

E. apiculatum (HORNSCH.) MITT. Musci austro-americani p. 512.

Prov. Minas Geraës, Caraça parce inter alios muscos; fertile.

E. subdenticulatum (C.-MÜLL.) MITT. Musci austro-americani p. 518.

Rio de Janeiro; fertile.

Entodon (C.-MÜLL.)

E. bicolor (LINDB.) — ÅNGSTR. Primæ lineæ p. 45 (sub *Pterigynandro*).

Prov. Minas Geraës, Sitio et Lafayette; fertile.

E. Regnellii (C.-MÜLL.) MITT. Musci austro-americani p. 523.

Prov. Minas Geraës, Sitio; fertile.

E. Lindbergii HAMP. Symb. VIII p. 282.

Prov. Minas Geraës, Sitio et Caraça, ad ligna putrida; fertilis.

HYPNACEAE.

Fabbronia RADDI.

F. subpolycarpa C.-MÜLL. in HAMP. Enum. p. 120 (48).

Prov. Minas Geraës, Sitio; fertilis.

Thyidium BR. eur.

Th. subtamariscinum (HAMP.) — HAMP. Enum. p. 157 (85) (sub *Hypno*).

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

Th. subdelicatulum (HAMP.) — HAMP. Enum. p. 156 (84) (sub *Hypno*).

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

Th. pinnatulum LINDB. —HAMP. Enum. p. 159 (87) (sub *Hypno*).

Prov. Minas Geraës, Sitio, ad ligna putrida; fertile.

SPHAGNA.

Fam. SPHAGNACEAE.

Sphagnum Dill., Ehrh.

Sph. guadalupense Schimp.

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

Sph. brasiliense Warnst. 1888.

Syn. *Sph. papillosum* var. *plumosum* Russ. in litt. (1888).

„Habituell eher an ein *Sphagnum* aus der *Acutifolium* — als aus der *Cymbifolium* — Gruppe erinnernd; Rasen entweder ganz grünlich oder fleischfarben.

Rinde des Stengels 2—3 schichtig; Zellen weit, dünnwandig, meist fast ganz faserlos; Aussenwände oben mit einer grossen Oeffnung; Holzkörper dunkel rothbraun bis roth.

Stengelblätter mittelgross, oval bis länglich-eiförmig oder zungenspatelförmig, an der Spitze oft kappenförmig und an den oberen Rändern umgerollt, mit sehr schmalem, kleingezähneltem Saume, in der oberen Hälfte und weiter herab mit zahlreichen Fasern und aussen mit sehr vielen Poren und Membranlücken.

Astbündel meist dreiästig, sehr dicht oder lockerer gestellt; 1 oder 2 stärkere Aestchen abstehend, kurz, dicht anliegend oder sparrig beblättert und der Spitze verdünnt. Retortenzellen der Astrinde stark fibrös und mit Löchern. Astblätter klein, länglich — eiförmig bis ei — lanzettlich, sehr hohl, meist bis zum Grunde breit umgerollt, an der Spitze kappenförmig, am äusserst schmal gesäumten Rändern zart gezähnelt. Hyalinzellen mit zahlreichen Faserbändern. Poren auf der Innenseite nur in der Nähe der Seitenränder, aussen sehr zahlreich, halbelliptisch an den Commissuren und besonders da, wo drei Zellecken zusammenstossen.

Chorophyllzellen im Querschnitt elliptisch, centrirt oder ein wenig mehr dem Innenrande genähert, meist beiderseits gut eingeschlossen, seltener innen mit stark verdickter Aussenwand freiliegend; Hyalinzellen innen, soweit sie mit den grünen Zellen verwachsen sind, papillös.

Var. *carneum* Warnst. f. *dasy-brachyclada* Warnst.

Pflanze schön fleischfarben oder rothbräunlich; Astbüschel sehr gedrängt, abstehende kurz und dicht anliegend beblättert.

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

Var. *glaucescens* Warnst. f. *squarrosulum* Warnst.

Pflanze bleich-bis blaugrün; Astbüschel weniger dicht; abstehende Aeste locker beblättert; Blätter aus breit ovalem Grunde über der Mitte zusammengeschnürt und in eine kürzere oder längere kappenförmige, sparrig abstehende Spitze auslaufend.

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

Es wäre nicht unmöglich, dass *S. brasiliense* in den Formenkreis des *S. brevirameum* Hamp. gehörte, von welchem ich leider nur ein winziges Pröbchen im Herb. Bescherelle sah, . das bei Rio de Janeiro unter n:o. 6,389 wahrscheinlich von Glaziou gesammelt wurde.“ Warnstorff in litt. 1891.

Sph. gracilescens Hamp.

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

Sph. ovalifolium Warnst. (1888).

„Pflanze zart, von einem zierlichen *S. subsecundum* habituell nicht zu unterscheiden; im oberen Theile schön gelbbraun (ob immer?), unten ausgebleicht.

Rinde des Stengels 1—2 schichtig; Zellen ziemlich weit, dünnwandig und aussen nicht durchbrochen; Holzkörper dunkelbraun.

Stengelblätter sehr klein, eiförmig bis dreieckig-oval, an der abgerundeten Spitze kappenförmig, hohl, am Rande bis zum Grunde schmal gesäumt; Hyalinzellen in der oberen Blatthälfte mit Fasern und beiderseits mit kleinen Poren an den Commissuren; in der basalen Hälfte meist faserlos, vielfach getheilt und in jeder oberen Ecke mit einer Oeffnung; Basilarzellen wieder fibrös.

Astbüschel aus 1—2 stärkeren, abstehenden und einem schwächeren hängenden Aestchen gebildet, die ersteren kurz und locker beblättert, *Astblätter* klein, eiförmig, an der Spitze fast kappenförmig und abgerundet, hohl, an den schmal gesäumten Rändern umgerollt. Hyalinzellen beiderseits mit überaus zahlreichen, starkringigen kleinen Poren an den Commissuren in unterbrochenen Reihen und reichfaserig.

Chlorophyllzellen im Querschnitt dreieckig-oval, nicht genau centrirt, sondern etwas mehr dem Aussenrande genähert und hier freiliegend, innen in der Regel gut eingeschlossen; Hyalinzellen beiderseits flach.

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

Zur *Subsecundum*-Gruppe gehörig. Unterscheidet sich von *S. gracilescens* Hamp. besonders durch die auf *beiden Blattseiten* in Reihen stehenden Poren,

sowie durch Form und Lagerung der Chlorophyllzellen." Warnstorff in litt. 1891.

Sph. cyclophyllum Sull.

Var. *macrophyllum* f. *dasy-anocladum* Warnst.

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

Sph. platyphylloideum Warnst. (1888).

„Pflanze einem schwächlichen *S. rufescens* Bryol. germ. oder *S. platyphyllum* habituell ähnlich, oben schmutzig-bräunlich (ob immer?) und graugrün.

Rinde des Stengels 2-, seltener stellenweis am Stengelumfang auch 1 schichtig; Zellen eng bis mittelweit, dünnwandig, aussen nicht durchbrochen; Holzkörper gelblich.

Stengelblätter mittelgross, dreieckig — zungenförmig, an der abgerundet — gestutzten Spitze klein gezähnt oder etwas ausgefasert; bis zum Grunde schmal und gleich breit gesäumt. Hyalinzellen häufig einmal durch eine schräg verlaufende Querwand getheilt, bis zum Blattgrunde mit zahlreichen Fasern, aussen mit vielen kleinen beringten Poren, welche sowohl an den Commissuren als auch an den Querwänden in Reihen stehen.

Astbüschel meist aus 2 stärkeren, abstehenden und einem schwächeren, hängenden Aestchen gebildet; erstere rund beblättert und nach der Spitze verdünnt.

Blätter ziemlich gross, eiförmig, an der abgerundet-gestutzten Spitze klein gezähnt und an den Rändern schmal gesäumt und mehr oder weniger umgerollt. Hyalinzellen nicht oder nur hin und wieder durch eine Querwand getheilt, stark fibrös; auf der Blattinnenfläche mit einzelnen kleinen Poren in den oberen oder seitlichen Zellecken, aussen dagegen sehr zahlreich in der Nähe der Commissuren in Reihen bis zur Basis.

Chlorophyllzellen in Querschnitt tonnenförmig, centrirt, beiderseits frei liegend; Hyalinzellen auf beiden Blattseiten schwach convex.

Prov. Minas Geraës, Caraça; sterile.

Unterscheidet sich von *S. platyphyllum* (Sull.) durch 1—2 schichtige Stengelrinde und die grösseren, in Reihen auf der Blattaussenseite auftretenden Poren." Warnstorff in litt. 1891.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.

TOM. XIX. № 6.

MONOGRAPHIA CERATOCOMBIDARUM ORBIS TERRESTRIS

AUCTORE

O. M. REUTER.

CUM TABULA.

HEMIPTERA GYMNOCERATA.

Familia CERATOCOMBIDAE Fieb.

Ocelli ad marginem interiorem oculorum positae. Rostrum tri-articulatum. Antennae quadri-articulatae, articulis duobus basalibus brevibus, incrassatis, primo brevissimo, secundo versus apicem crassiore primo plerumque distincte longiore, duobus apicalibus longis, tenuissimis, setaeformibus, longe pilosis, tertio versus basin incrassato. Caput, pronotum, pectus et hemielytra structura valde variantia. Pedes plerumque sat graciles. Tarsi triarticulati.

Familia structura insigni antennarum ab omnibus reliquis bene distincta. Species parvae vel minutissimae.

SUBFAMILIAE:

1. (2). Caput porrectum vel leviter declive, latitudini saltem aequelongum. Acetabula antica haud prominentia. 1. **Ceratocombina** mihi.

2. (1). Caput a supero visum valde transversum, deflexum, inter acetabula antica tumido-prominentia plerumque retrorsum adpressum. 2. **Schizopterina** mihi.

Subfamilia CERATOCOMBINA mihi.

Caput porrectum vel leviter declive. Oculi minuti. Rostrum saltem medium coxarum anticarum superans. Antennae infra apicem oculorum insertae. Hemielytra structura venarum variantia, saepe margine laterali ante apicem corii inciso. Acetabula antica haud prominentia.

CONSPECTUS GENERUM:

1. (2). Rostrum saltem apicem coxarum intermediarum attingens, interdum coxas posticas superans, articulo secundo basin versus incrassato versus apicem cum tertio valde gracilescente. Gula convexa. Pronotum trapeziforme. 1. **Ceratocombus** Sign.

2. (1). Rostrum brevius, crassius. Gula haud convexa.
3. (4). Rostrum fere basin coxarum intermediarum attingens. Caput latitudine cum oculis distincte longius. 2. **Pachycoleus** Fieb.

4. (3). Rostrum apicem coxarum anticarum vix attingens. Caput aeque longum ac latum. 3. **Cryptostemma** H. S.

Gen. I. CERATOCOMBUS Sign.

Corpus oblongum vel oblongo-ovatum. Caput superne visum fere quinquangulare, inter antennas late productum, gula convexa. Rostrum gracile, coxas posticas vel saltem apicem coxarum intermediarum attingens, interdum coxas posticas superans, articulo primo dimidio capiti vix aeque longo, secundo basin versus incrassato, versus apicem cum tertio valde gracilescente. Antennae articulo primo brevissimo, ejus apice ab apice capitis sat longe remoto, secundo primo duplo—fere triplo longiore, versus apicem incrassato, ultimis longis, gracillimis, longe pilosis, setaceis, tertio versus basin incrassato. Pronotum transversum, trapeziforme, lateribus optime sat late marginatum, utrinque ante apicem ad angulos anticos striga vel fovea transversali impressa, interdum strictura apicali integra; disco linea tenuissima longitudinali. Hemielytra (formae macropterae) clavo, corio membranaque discretis, hac saepe limbo externo magis minusve coriaceo, clavo vena unica suturae appropinquata; corio limbo exteriore saltem ad magnam partem fortius coriaceo, raro solum ipso margine incrassato, vena cubitali saltem ad partem distincta, plerumque etiam brachiali distinguenda, hac suturae clavi appropinquata, simplici vel ante apicem bifurcata; membrana plerumque parte exteriore coriacea, raro tota hyalina, area longitudinali irregulariter triangulari, a venis brachiali et cubitali formata, apice areae venam apicalem rectam in apicem membranae emittente, plerumque etiam vena cubitali medio vel pone medium venam transversalem vel obliquam in marginem exteriorem emittente. Alae bi- vel tri-lobatae, vena lobi majoris

unica a basi venae primariae emissa, raro ab areola costali ante medium alae posita excurrente. Coxae anticae elongatae. Pedes pilosi. Tibiae spinosae. Tarsi postici articulis duobus ultimis aeque longis. Ungviculi sat longi, tenues, leviter curvati.

A. Corium mox ante quartam apicalem partem fractura brevissima transversali instructum, limbo exteriore ante hanc medio fortius dilatato, versus basin et apicem valde acuminato, interne linea impressa determinato. Membrana tota membranacea, iridescens, solum ipso margine laterali exteriore angustissime incrassato, transversim striguloso, area longitudinali solum venam apicalem emittente. Alae trilobatae, inter lobum basalem et intermedium plica longitudinali, inter lobum intermedium et apicalem vena ex areola parvula triangulari ad basalem partem costae posita emissa; venis reliquis nullis. Subgenus **Leptonannus** mihi.

1. **C. (L.) biguttulus** n. sp.

Fig. 1.

Fuliginosus, nitidulus, pronoto basi longitudine duplo latiore; hemielytris cum membrana dilute fuliginosis, gutta inter apicem limbi corii et venam cubitalem fracturam corii attingente ipsoque angulo basali interiore membranae pallide flavis; antennis, rostro pedibusque pallide testaceis. Long. fere 2 mm.

Patria: Ashanti Africae, commun. D. Reitter (Coll. auctoris).

Caput latitudini cum oculis aeque longum, nitidum, versus apicem longe fusco-setosum, cum oculis sangvineis apice pronoti latius et basi ejus circiter $^3/_7$ angustius. Antennae articulo secundo primo paullo magis quam triplo longiore. Pronotum capite fere brevius, linea media longitudinali tenuissima impressa, lateribus ad apicem levissime curvatis. Scutellum pronoto vix longius. Hemielytra vena clavi venaque corii brachiali ante apicem furcata minus distinctis; vena brachiali versus basin impressa; vena interna vel brachiali areae membranae ab areola parva anguli basalis interioris membranae emissa.

AA. Hemielytra limbo toto usque ad apicem membranae incrassato, fortius coriaceo, raro fractura brevi ante apicem corii. Membrana extra venas brachialem et apicalem sub-coriacea, corio concolor, pars ejus interior subhyalina, iridescens. Alae bilobatae, lobo exteriore vena raro ab areola costali emissa.

B. Pronotum strictura apicali integra tota a linea impressa margini parallela discreta. Corpus superne pilosulum et setosum. Pronotum lateribus

multi-setosum. Clavus vena destitutus. Corium vena brachiali nulla, solum vena cubitali instructum. Membrana areolis duabus marginalibus; area longitudinali disci a vena obliqua e sutura membranae emissa in areolas duas partita, exteriore minore triangulari. Alae lobo interiore vena longitudinali plicae parallela, hac vena paullo pone basin venulam ad angulum basalem inferiorem (analem) emittente; lobo exteriore ante medium areola costali apicem versus semiovali instructo, hac areola apice venam longam sub-rectam versus partem apicalem marginis interioris lobi emittente. Subgenus **Trichotonannus** mihi.

2. **C. (Tr.) setulosus** n. sp.

Fig. 2.

Fuliginosus, opacus, superne fusco-setulosus, setis in certa lumine flavis, capite longe setoso; rostro, antennis pedibusque pallide flavo-testaceis; pronoto basi longitudine minus quam duplo latiore, margine laterali setis longis rigidis 4—5 exsertis. Long. $2\frac{1}{2}$ mm.

Patria: Nangkovri (Mus. Havn.).

Caput latitudine cum oculis distincte longius, apici pronoti aeque latum. Antennae articulo secundo primo fere triplo longiore. Pronotum capiti aeque longum, longitudine margine basali circiter $\frac{2}{5}$ et margine apicali parum angustiore, lateribus levissime et latissime subsinuatis, angulis anticis rectis, basi late sinuata, disco linea longitudinali percurrente tenuiter impressa. Hemielytra limbo laterali incrassato continuo versus apicem membranae sensim subaequaliter angustato. Tibiae longe fortiter spinosae.

BB. Pronotum strictura apicali solum lateribus a lineola impressa discreta, medio late interrupta.

C. Corpus superne subglabrum, solum capite versus apicem setosum pronotumque utrinque lateribus prope basin et apicem seta exserta instructum. Clavus vena suturae parallela distinguenda. Corium vena distinctissima cubitali venaque brachiali furcata bene distinguenda. Membrana areola longitudinali simplici areolisque duabus marginalibus. Alae lobo interiore venis duabus liberis, exteriore vena longitudinali versus basin bicurvata a vena costali emissa. Subgenus **Ceratocombus** (Fieb.) mihi.

a. Hemielytra limbo incrassato corii fere usque ad quartam partem apicalem aeque lato, margine tamen interiore late sinuato, paullo ante quartam apicalem partem fractura obliqua instructo, limbo coriaceo pone hanc triangulariter incrassato et usque ad apicem venae apicalis membranae continuato.

3. C. (C.) brasiliensis n. sp.

Fig. 3.

Obscure fuscus, opacus, hemielytris paullo pallidioribus, levissime nitidulis; antennis, rostro pedibusque flavo-testaceis; clavo dimidio exteriore fere usque ad tertiam apicalem partem guttulaque minuta corii ad fracturam pallide flaventibus; capite latitudini cum oculis aeque longo; rostro apicem coxarum intermediarum attingente; vena brachiali mox infra ejus exitum in membranam fortius curvata, vena ad marginem exteriorem currente e medio venae cubitali emissa. Long. fere 2 mm.

Patria: Bahia (Mus. Havn.).

Caput cum oculis apice pronoti paullo latius et basi pronoti paullo minus quam duplo angustius. Antennae articulo secundo primo fere triplo longiore. Pronotum capitis longitudine, basi leviter sinuata longitudine paullo minus quam duplo latius, apice longitudini latitudine aequale, lateribus sub-rectis ante stricturam lateralem anteapicalem leviter breviterque excurvatis; disco linea longitudinali tenuissima percurrente. Membrana parte interiore sub-hyalina, iridescente. Tibiae longius minus fortiter spinosae.

aa. Hemielytra limbo exteriore coriaceo continuo fractura non nisi omnium obsoletissima abrupto, margine interiore limbi lateralis latissime bi-sinuato.

4. C. (C.) coleoptratus Zett.

Fig. 4.

Fuscus, opaculus, antennis, rostro pedibusque pallide flaventibus; hemielytris unicoloribus; capite latitudine cum oculis distincte longiore; rostro coxas posticas attingente; vena brachiali membranae levius aequaliter curvata. Long. formae macropterae 2—$2\frac{1}{3}$ mm., f. brachypterae $1\frac{1}{2}$—$1\frac{3}{4}$ mm.

Zett., Acta Holm. 1819, p. 74, 24 (*Anthocoris*). Reut., Öfv. Vet. Ak. Förh. 1871, 406, 1. Saund., Syn. Brit. Hem. p. 622. *Bryocoris muscorum* Fall., Hem. Svec. 153, 3. Bärenspr., Berl. Ent. Zeitschr. II, 189, T. II, f. 1 (*Lichenobia*). Fieb., Eur. Hem. p. 143 (*Ceratocombus*) forte. Dougl. et Sc., Brit. Hem. p. 514, T. XXI, f. 5. *Astemma* (*Ceratocombus*) *Mulsanti* Sign., Ann. Soc. ent. France, X, p. 541, fig. 3. *Lichenobia ferruginea* Bärenspr., Berl. Ent. Zeitschr. I, p. 167.

Patria: Europae maxima pars, Fennia usque ad 62°, 30′, Svecia, Dania, Brittannia, Gallia, Germania, Austria, Italia, Graecia; habitat sub muscis et

foliis deciduis locis paludosis, etiam in acervis *Formicae rufae, sanguineae* et *fuliginosae.*

Caput cum oculis apici pronoti aeque latum. Antennae articulo secundo primo triplo longiore. Pronotum capitis longitudine vel capite fere nonnihil longius, longitudine latitudine apicis fere longiore et margine basali parum magis quam $1/4$ breviore, basi levissime sinuata, lateribus subrectis, apice strictura annuliformi destituto, sed utrinque pone angulum fovea transversali instructo, angulis anticis declivibus, a latere visis acutis, posticis obtusis, disco linea tenuissima media longitudinali impressa ante apicem abbreviata. Membrana parte solum interiore sub-hyalina, pulchre iridescente. Tibiae setis rigidis sat longe et sat fortiter spinulosae. — *Forma brachyptera* a macroptera differt pronoto basi longitudini aeque lato et apice tantum paullulum latiore, lateribus versus apicem levissime rotundatis, hemielytris apice divaricatis, anguste rotundatis, parte membranae interiore angusta sub-coriacea.

DD. Corpus superne sub-glabrum, solum capite longe setosum. Pronotum setis lateralibus destitutum, versus apicem sat fortiter declive, apice utrinque striga longiore transversali profunda medium tamen haud attingente, strictura apicali igitur lateribus bene discreta, medio abrupta. Hemielytra solum ipso margine laterali exteriore anguste incrassato et usque ad incisuram brevissimam ad quartam apicalem partem corii positam reflexo. Clavus vena longitudinali distincta suturae appropinquata. Corium vena brachiali simplici, versus apicem a sutura clavi fortius divergente, vena cubitali sub-recta. Sutura membranae usque ad venam brachialem recta, dein autem im angulum prominente. Membrana vena interiore vel brachiali ab hoc angulo emissa, leviter et aequaliter curvata, area longitudinali simplici, areolis marginalibus duabus, vena marginem exteriorem attingente oblique mox supra apicem areae longitudinalis emissa, areola laterali superiore inferiore multo longiore. Alae bilobatae, lobo interiore vena unica, exteriore vena longitudinali versus basin bicurvata a vena costali emissa. Segmentum maris genitale magnum, basi utrinque appendice longa a basi dilatata leviter recurvata instructo. Subgenus **Xylonannus** mihi.

5. C. (X.) corticalis Reut.

Fig. 5.

Fuscus, leviter nitidulus, rostro, antennis pedibusque pallide flaventibus, antennarum articulis ultimis fuscescentibus; hemielytris unicoloribus, margine laterali et venis omnium subtilissime pubescentibus; capite latitudine cum oculis

parum longiore; pronoto apice quam basi 1/3 angustiore, lateribus ante apicem subsinuatis, strictura apicali medio sat breviter interrupto. Long. f. macropt. 2 mm.

Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XV, p. 156, 2!

Patria: Fennia, Yläne, Karislojo, sub cortice, D. Prof. J. Sahlberg (Mus. Helsingf.).

Caput cum oculis apici pronoti aeque latum. Antennae articulo secundo primo paullo magis quam duplo longiore. Rostrum coxas posticas attingens. Pronotum capite paullo brevius, latitudini apicis longitudine aequale, margine basali medio sinuato, disco versus apicem declivi, linea media tenui longitudinali impressa. Membrana tota iridescens. Venter pilosulus. Tibiae sat longe spinulosae.

6. C. (X). **boliviensis** n. sp.

Fuscus, opaculus, clypeo, rostro, antennis pedibusque pallide flaventibus; hemielytris unicoloribus, glabris; capite latitudine cum oculis vix longiore; pronoto lateribus rectis, apice quam basi duplo angustiore, strictura apicali medio late interrupta. Long. 1½ mm.

Patria: Bolivia (Coll. Lethierry).

Praecedenti simillimus, sed minor, pronoto retrorsum fortius dilatato, lateribus rectis, strictura apicali medio latius interrupta divergens.

Gen. II. PACHYCOLEUS Fieb.

Corpus oblongo-ovatum. Caput superne visum triangulare, ab antico visum latitudine cum oculis longius, a latere visum oblongo-triangulare, margine supero arcuato, gula plana, horizontali. Oculi minuti, fortiter granulati. Rostrum coxas anticas superans, fere basin coxarum intermediarum attingens, crassum, in apicem tenuissimum acuminatum. Antennae articulo primo brevi, ejus apice ab apice capitis longe remoto, secundo primo haud duplo longiore, versus apicem fortius incrassato, ultimis longis, gracillimis, longe setosis. Pronotum quadrangulare, levissime transversum, lateribus ante angulos anticos declives leviter rotundatis, angulis posticis rotundatis, transversim leviter convexum, utrinque fere in quarta apicali parte striga transversali impressa; disco linea tenui longitudinali destituto. Scutellum oblongo-triangulare. Hemielytra formae brachypterae (f. macroptera mihi ignota) tota coriacea, medio marginis lateralis

incisura fracturaque medium latitudinis subattingente cuneum terminante instructa, clavo venis vix discretis, corio venis duabus divergentibus, interiore vel brachiali in angulum internum basalem membranae, exteriore vel cubitali in angulum internum cunei excurrente. Coxae anticae elongatae. Pedes sat robusti. Femora antica sat fortiter incrassata. Tibiae anticae versus apicem dilatatae, posteriores pilosulae et tenuiter spinulosae.

A genere *Cryptostemma* H. S. vix nisi capite rostroque longioribus, pronoto quadrangulo angulis etiam posticis rotundatis venaque corii brachiali in angulum internum membranae excurrente nec cum cubitali conjuncta divergens. A genere *Ceratocombus* Sign. rostro crassiore et breviore, aliter constructo, pronoto fere rectangulari disco linea longitudinali destituto hemielytrisque medio fractura dimidium exteriorem latitudinis occupante instructis distinctus.

1. P. rufescens J. Sahlb.

Fig. 6.

Rufo-ferrugineus, opacus, superne omnium tenuissime pallido-pubescens, capite, rostro antennisque longe pallido-setosis, ventre leviter fuscescente cum pedibus dense flavicanti-sericeo-pubescente, femoribus anticis interdum apice rufescentibus; hemielytris saepe apicem versus obscurioribus, fuscescentibus. Long. $1\frac{2}{5}$ mm.

J. Sahlb., Not. Soc. F. et Fl. Fenn. Förh. XIV, p. 305 (1875)!

Patria: Fennia borealis, in Kuusamo sub *Hypno splendente* prope rivulum Mäntyjoki in silva abietina prope Paanajärvi tria solum specimina, in paroecia Karislojo unicum specimen invenit D. J. Sahlberg; unicum specimen in silva Elberswalde Germaniae inventum in Museo Berolinense asservatur; unicum individuum in Liguria legit D. Ferrari.

An re vera a sequente distinctus, forsitan hujus forma brachyptera?

Caput cum oculis pronoto vix angustius, latitudini circiter $\frac{1}{4}$ longius, fronte sat fortiter declivi, convexiuscula. Pronotum capite paullo brevius, latitudine basali circiter $\frac{1}{5}$ brevius, ipso margine apicali a supero viso basali paullulum vel parum angustiore, lateribus a supero visis rectis, solum pone angulos apicales leviter rotundatis, angulis apicalibus ipsis autem a latere visis deflexis, acutiusculis, disco sub-horizontali, transversim convexiusculo. Hemielytra formae brachypterae apicem abdominis haud superantia vel vix attingentia, tota coriacea, oblonga, apice sat anguste divaricatim rotundata, margine interiore usque ad apicem toto recto.

2. P. Waltlii Fieb.

„Rufo-ferrugineus, glaber, hemielytris fuscis, pedibus, rostro antennisque flavicantibus, subtiliter pilosis. Long. $^3/_4$ lin.“

Fieb., Exeg. p. 272, 15 (1860). Eur. Hem., p. 143.

Patria: Bavaria, D. Waltl.

Mihi ignotus.

Gen. III. CRYPTOSTEMMA H. S.

Dipsocoris Halid.

Corpus oblongum vel oblongo-ovatum. Caput a supero visum subtriangulare, latitudine basali cum oculis haud longius, a latere visum oblongo-triangulare, margine supero late arcuato, gula sub-plana, horizontali. Oculi parvi, granulati. Rostrum crassum, apicem coxarum anticarum vix attingens, articulo secundo primo paullo longiore, tertio gracili acuminato secundo breviore. Antennae articulo primo brevi, ejus apice ab apice capitis sat longe remoto, secundo primo circiter duplo longiore, versus apicem incrassato, ultimis longis, gracillimis, longe pilosis, tertio basi leviter incrassato. Pronotum transversum, trapeziforme (vel f. brach. fere rectangulare), lateribus marginatis, margine acuto, angulis posticis acutis vel subrectis et levissime rotundatis, pone apicem utrinque stria transversali sat longa impressa, disco linea longitudinali destituto. Scutellum triangulare. Hemielytra margine laterali usque ad apicem lineariter incrassato, fere in medio incisura fracturaque transversali saltem medium latitudinis hemielytri attingente basin cunei terminante instructa; clavo, corio membranaque discretis; clavo vena exteriore suturae clavi appropinquata, ante apicem leviter excurvata, ad apicem clavi iterum incurvata et in basin membranae producta, alia vena interiore juxta suturam scutellarem currente, in angulo clavi interiore subito curvato versus venam externam currente et infra tertiam partem apicalem suturae clavi cum hac vena conjuncta; corio venis cubitali et brachiali ad angulum interiorem cunei currentibus ibique conjunctis, infra medium venula obliqua anastomosantibus; membrana venula obliqua ab angulo interiore cunei versus prolongationem venae exterioris clavi currente et cum ea in basi membranae conjuncta, illa venula venas duas obliquas apice conjunctas et aream elongatam discoidalem formantes emittente; apice areae discoidalis membranae iterum venas duas basi leviter

distantes apicem versus divergentes marginem membranae attingentes emittente; membranae parte exteriore venas ferente coriacea corio structura simili, parte interiore venis destituta saltem formae macropterae hyalinescente, iridescente; venae formae brachypterae minus distinctae. Alae f. macropterae trilobatae, lobo exteriore vena primaria in parte tertia basali a margine remota et dein margini parallela, areola alarum medium earum longitudinis occupante, apice venam apicalem emittente, vena alia longitudinali juxta marginem lobi internum currente apicem subattingente, basi cum parte basali venae primariae confluente; lobo medio venis destituto; lobo interno venis duabus radiantibus. Coxae anticae elongatae, medium mesosterni attingentes. Femora antica magis minusve incrassata. Tibiae anticae versus apicem sensim dilatatae, spinulis sat longis remotis instructae. Tarsi articulo primo brevi, secundo tertio longiore, ungviculis leviter curvatis, sat longis. Segmentum maris genitale magnum, simplex.

1. Cr. alienum H. S.

Fig. 8.

Olivaceo-fuscum, subsericeo-opacum, omnium subtilissime flavicanti-pubescens, ventre nitidulo, densissime flavicanti-sericante, setis nonnullis pallidis; capite, rostro antennisque longe pallido-setosis; rostro, antennis pedibusque pallido-flaventibus; antennarum articulo secundo primo paullo magis quam duplo longiore, tertio secundo fere $2\frac{2}{3}$ longiore, qvarto tertio paullo breviore; pronoto basin versus modice (formae brachypterae) vel sat fortiter (f. macropterae) ampliato; hemielytris apicem abdominis vix — longe superantibus, membrana semper interne ampliata. Long. cum hemielytris $1\frac{4}{5}$—$2\frac{3}{4}$ mm.

H. S., Panz. Fn. Germ. 135, 11. Saund., Syn. Brit. Hem. III, 622, 1. *Dipsocoris* id. Halid., Natur. Rev. II, p. 61, T. II, fig. 3. Fieb., Exeg. in Hem. p. 268, T. 6, V. Eur. Hem. 144, 1. Dougl. et Sc., Brit. Hem. 515, 1, T. XVII, f. 8. — *Cryptostemma medium* Rey, Rev. d'Ent. VII, p. 195 (= specimina alis minus explicatis, sec. spec. typ.).

Patria: Scotia, Iria, Anglia; Gallia; Bavaria; Austria; Bohemia; Helvetia; Illyria; Carpathes. Habitat in ripis fluviorum inter lapides, mm. Augusti—Octobris, velocissime currens.

Caput margine apicali pronoti nonnihil latius, ab antico visum latitudine cum oculis vix brevius. Pronotum capiti longitudine subaequale, lateribus mox pone apicem rotundatis, dein rectis (forma brachypt.) vel subrectis (f. intermedia) vel ante angulos basales leviter sinuatis (f. macropt.), ipso margine api-

cali quam basali circiter $^1/_3$ (f. brach.) vel $^3/_7$ — fere duplo (f. macr.) angustius, disco versus apicem leviter (f. brach.) vel fortius (f. macr.) declive, angulis posticis subrectis, levissime rotundatis (f. brach.) vel levius — fortius acutis (f. macr). Hemielytra (f. brach.) abdomen vix longiora, membrana parte enervi fuscescente, leviter iridescente, parte reliqua parum angustiore, vel (f. macr.) abdomen sat multo interdum longissime (fere $^2/_3$ apicalibus) superantia. membranae parte interiore hyalina, vivaciter iridescente et parti coriaceae aeque lata vel hac latiore; corii vena brachiali vel interiore a basi emissa, cubitali a parte tertia basali marginis lateralis exeunte, area basali discoidali anguste triangulari, apicali discoidali breviore sat late subovali; spatio marginali inter venas duas apicales membranae spatio inter apicem cunei et apicem venae superioris apicalis vix vel (forma valde macroptera) paullo longiore.

Obs. Specimina hemielytris alisque brevioribus et obscurioribus pronotoque postice angustiore cum aliis hemielytris alisque longissimis praeditis cohabitantia legit clar. Dr Hensch. Illa specimina, ab his in ceteris ne minime quidem divergentia, cum speciminibus typicis *Cr. medii* Rey in omnibus optime congruunt. Differentias structurae antennarum et pubescentiae a Cel. D:o Rey commemoratas non inveni. Antennae speciminum typicorum Cel. Reyi mutilatae, certe autem ut in speciminibus a Dr Hensch inventis constructae, quamvis ab auctore false descriptae. (Dicit nempe Rey: antennarum articulus tertius duobus praecedentibus aequelongus).

2. Cr. pusillimum J. Sahlb.

Fig. 8 (forma brach.).

Fuscus, opacus, capite pronotoque saepe fusco-ferrugineis, omnium subtilissime pallido-pubescens, ventre longius pubescente, pilis nonnullis exsertis; capite, rostro antennisque longe setosis; rostro, articulo primo antennarum apiceque secundi nec non pedibus pallido-flaventibus; antennarum articulo secundo primo vix duplo longiore, tertio secundo fere triplo longiore, quarto tertio paullo breviore; pronoto basin versus levissime (formae brachypterae) vel modice (f. macropterae) ampliato; hemielytris abdominis longitudine, membrana tota coriacea interne vix ampliata (f. brach.), vel abdomen sat longe superantibus, membrana interne ampliata et pulchre iridescente (f. macr.). Long. f. brach. $^5/_6$—1, f. macr. 1 mm.

Dipsocoris pusillimus J. Sahlb., Not. Soc. F. et Fl. Fenn. Förh. XI, 288, 68! Reut., Öfv. Vet. Ak. Förh. 1871, 407, 1!

Patria: Formae macropterae specimen unicum in Karelia Rossica loco pa-

ludoso ad ripam lacus Munosero prope vicum Dvoretz m. Augusti invenit D. J. Sahlberg; formam brachypteram in Gallia meridionali (Frejus!) legit D. Rey; specimina in insula Corsica capta misit D. E. Saunders; in Graecia in vicinitate Athenae unicum individuum brachypterum invenit D. v. Oertzen.

Cr. alieno H. S. duplo vel (f. brach.) fere triplo minor, antennarum articulo secundo breviore, crassiore et obscuriore, pronoto retrorsum minus ampliato, hemielytris formae brachypterae membrana tota coriacea corii colore, interne vix ampliata, margine interiore hemielytri igitur subrecto divergens. Caput apici pronoti aequelatum, latitudini cum oculis vix brevius. Pronotum capiti aequelongum, lateribus (f. brachypt.) rectis ante apicem leviter rotundatis, apice longitudine parum latius, basin versus solum paullulum ampliatum, angulis posticis subrectis, disco leviter transversim convexum, vel (f. macropt.) lateribus ante angulos posticos leviter sinuatis et paullo pone apicem subito rotundatis, apice longitudine vix latius, basin versus autem sat ampliatum, margine apicali quam basali circiter 1/3 angustiore, angulis posticis acutis. Hemielytra venis ut in praecedente dispositis, membrana spatio marginali inter venas duas apicales spatio inter apicem cunei et venam superiorem apicalem paullo longiore.

Subfamilia SCHIZOPTERINA mihi.

Caput a supere visum valde transversum, deflexum, inter acetabula antica prominentia plerumque adpressum. Rostrum breve. Antennae infra apicem oculorum insertae. Pronotum plerumque ante apicem linea transversali arcuata impressa. Hemielytra structura valde variantia.

CONSPECTUS GENERUM:

1. (6). Oculi minuti vel minutissimi.
2. (3). Hemielytra plana, ultra latera abdominis valde sub-orbiculariter dilatata, venis elevatis. 1. **Tropistotrochus** nov. gen.

3. (2). Hemielytra conjunctim convexa.
4. (5). Hemielytra formae macropterae vena clavi juxta suturam venisque corii brachiali et cubitali elevatis, hac semper acutius saepe sat alte carinata, plerumque venam internam in angulum vel in areolam apicalem interiorem

aliamque in marginem lateralem emittente, margine laterali incrassato et plerumque explanato magis minusve reflexo, membrana venis tribus liberis; formae brachypterae tota coriacea, altius convexa, a medio versus apicem angustata, apice communi anguste rotundata, saltem vena corii cubitali distingvenda. 2. **Schizoptera** Fieb.

5. (4). Pronotum sub-horizontale. Hemielytra tota coleoptrata, conjunctim ovalia, convexa, lateribus aequaliter rotundata, sutura clavi venisque obsoletis, punctis densis pellucidis aequaliter punctata.
3. **Ptenidiophyes** nov. gen.

6. (1). Oculi maximi, valde transversi, valde oblique retrorsum producti, circiter $^3/_5$ laterum pronoti tangentes. Corpus alte convexum. Hemielytra tota coleoptrata, venis nullis. 4. **Hypselosoma** nov. gen.

Gen. I. TROPISTOTROCHUS nov. gen.

Corpus antice convexum et dilatatum, versus apicem sensim declive et fortius angustatum, hemielytris autem lateribus valde ampliatis, sub-orbicularibus, pellucentibus, latera corporis latissime superantibus. Caput valde transversum, antice fortiter arcuato-rotundatum, a latere visum retrorsum inter acetabula antica prominentia fortiter adpressum, fronte valde convexa, clypeo toto retrorsum vergente, angusto, basi a fronte discreto. Oculi minutissimi. Antennae mox infra apicem oculorum insertae, articulo primo omnium minutissimo, etiam secundo parvo, primo crassiore et latitudine parum longiore, ultimis longis, tenuissimis, pilosis. Pronotum trapeziforme, transversum, lateribus versus apicem sat leviter angustatum, disco convexiusculum, apice inter oculos strictura lata postice linea impressa arcuata lateribus profundiore discreta, angulis anticis utrinque ultra stricturam late tumidiusculis, lateribus medio impressis, margine basali medio levissime sinuato. Scutellum breviter triangulare, apice prominulo. Hemielytra suborbicularia, margine toto laterali sat late incrassato, costaeformi, margine interiore venisque elevatis, carinaeformibus; clavo discreto, brevi, costa unica; corio costa cubitali introrsum oblique vergente, a margine laterale longe remota, in latitudine apicis clavi cum costa transversali e margine exteriore emissa conjuncta et cum ea aream magnam triangularem basalem formante, loco conjunctionis costas duas longitudinales ipsa basi divergentes, dein subparallelas, apice iterum conjunctas areo-

lamque oblongam discoidalem formantes emittente; vena brachiali minus fortiter elevata, ante apicem clavi bifurcata, ramo interiore ad apicem clavi, exteriore ad basin areae discoidalis currente; area discoidali apice venas duas a basi divergentes emittente, alteram brevem ad marginem exteriorem, alteram longiorem obliquam ad marginem apicalem, hac vena partem sub-membranaceam hemielytri externe terminante; margo interior carinaeformis corii versus marginem membranae venas duas emisit, alteram prope apicem areae discoidalis obliquam longiorem, alteram paullo superius positam brevem transversalem. Pedes graciles.

1. Tr. ampliatipennis n. sp.

Fig. 9.

Obscure cinnamomeus, opacus, subtilissime albido-pubescens, hemielytris testaceis, latitudine basali paullulum longioribus, versus apicem levissime angustatis, margine laterali longius venisque paullo brevius albo-pilosulis. Long. $^4/_5$ mm.

Patria: Brasilia, Blumenau, D. Reitter (Coll. auctoris).

Caput a supero visum cum oculis longitudine circiter duplo latius, basi pronoti fere duplo angustius, a latere visum latitudine parum brevius. Pronotum apice longitudine paullo latius et basi circiter $^1/_4$ angustius. Hemielytra ante medium apice pronoti duplo latiora; clavo scutello paullo magis quam duplo longiore; corio areis sequentibus: tribus basalibus, quarum exteriore maxima, paullo magis quam $^1/_4$ basalem longitudinis occupante, triangulari, apice truncata, reliquis simul sumtis latiore, his anguste triangularibus, media apice angulata; tribus mediis: exteriore reliquis longius retrorsum extensa, basi truncata, apice obliquata, lateribus curvatis, media discoidali, oblonga, basi et apice breviter rotundata, interiore apice quam discoidali minus longe sed basi quam hac longius extensa ibique angulata; tribus apicalibus, exteriore a venis ex areola discoidali emissis, media a vena earum interiore et a vena apicali e margine interiore corii emissa formatis.

Gen. II. SCHIZOPTERA Fieb.

Caput a supero visum brevissimum, antice obtuse rotundatum, margine postico cum oculis late sinuatum, a latere visum deflexum, plerumque inter acetabula antica valde convexo-tumida retrorsum adpressum, ab antico visum

plerumque sat fortiter interdum valde transversum, sub-triangulare, fronte plerumque convexa, clypeo brevi. Oculi breves, granulati, ab antico visi subtriangulares, angulo laterali rotundato, basi lateribusque retrorsum vergentibus angulisque pronoti incumbentibus. Rostrum breve et sat crassum, basin xyphi prosterni subsuperans. Antennae infra apicem oculorum insertae, articulis duobus primis crassis, primo omnium brevissimo, latitudine vix vel paullo longiore, secundo primo vix vel dimidio — $^2/_3$ longiore, ultimis longis, gracillimis, longitudine sub-aeqvalibus, longe pilosis. Pronotum transversum, trapeziforme, disco apicem versus declive. Scutellum breve. Hemielytra versus latera declivia, formae macropterae semper vena clavi juxta suturam venisque corii brachiali et cubitali elevatis, hac semper acutius saepe sat alte carinata, plerumque venam internam in angulum vel areolam interiorem apicalem aliamque externam in marginem lateralem emittente, his interdum obsoletis; margine laterali incrassato vel plerumque explanato et magis minusve reflexo; membrana plerumque explicata, venis duabus exterioribus e sutura membranae utrinque ad vel prope apicem venae cubitalis emissis venaque interna ex angulo interiore basali membranae emissa; hemielytra formae brachypterae altius convexa, tota coriacea, a medio versus apicem angustata, apice communi anguste rotundata, saltem vena corii cubitali distinguenda, commissura usque in apicem recta. Pedes graciles.

CONSPECTUS SPECIERUM:

Formae macropterae:

1. (10). Caput basi pronoti angustius. Corium limbo laterali explanato vel saltem reflexo, vena cubitali carinata in vel fere in medium marginis apicalis excurrente, externe et interne venam obliquam vel transversalem emittente; sutura membranae incrassata. Corium et clavus nigra.

2. (7). Vena cubitalis corii prope apicem externe venulam transversam vel basin versus vergentem in partem apicalem quartam vel quintam marginis lateralis emittens. Caput inter coxas retrorsum adpressum. Subgenus **Schizoptera** Fieb.

3. (4). Pronotum linea transversali inter oculos ducta vix distinguenda. Vena interior a vena cubitali emissa prope basin hujus excurrens.

1. **cicadina** Fieb.

4. (3). Pronotum linea transversali inter oculos ducta bene distincta. Vena

interior a vena cubitali emissa mox ante medium hujus excurrens. Caput fortius transversum, latitudine cum oculis 1/4 — fere 1/3 brevius.

5. (6). Oculi sat fortiter transversi. Limbus corii lateralis latior. 2. **flavipes** Reut.

6. (5). Oculi margine interiore margini basali saltem aeque longo. Limbus corii lateralis angustior. 3. **apicalis** Reut.

7. (2). Vena cubitalis corii externe supra vel mox infra medium venam versus apicem vergentem mox ante angulum apicalem exteriorem excurrentem emittens. Caput levius transversum, latitudine cum oculis solum circiter 1/5 brevius, fortiter declive, apice prominulo. Subgenus **Nannocoris** mihi.

8. (9). Frons transversim convexiuscula. Vertex margine aequali. Vena exterior mox infra medium venae cubitalis emissa. 5. **nebulifera** n. sp.

9. (8). Frons carina media longitudinali obtusa basi in tuberculum prominentem marginis basalis verticis excurrente. Vena exterior sat longe supra medium venae cubitalis emissa. 6. **tuberculifera** n. sp.

10. (1). Caput basi pronoti aeque latum, inter acetabula fortiter retrorsum adpressum. Corium limbo laterali nec explanato, nec reflexo. Hemielytra ante medium coarctata, basi albo-signata, vena corii cubitali late arcuata in angulum apicalem externum excurrente, sutura membranae haud incrassata. Subgenus **Corixidea** mihi. 7. **lunigera** Reut.

Formae brachypterae:

1. (2). Statura late ovalis, valde convexa. Hemielytra a medio versus apicem fortiter oblique declivia, venis corii parum vel leviter distinctis, cubitali obtusa. 3. **apicalis** Reut.

2. (1). Statura angustius ovalis, minus alte convexa. Hemielytra parte circiter tertia apicali sensim declivi, venis omnibus distinctis, cubitali carinata. 4. **Reitteri** n. sp.

1. Sch. (Sch.) cicadina Fieb.

Superne nigra, inferne nigro-fusca, opaca; clypeo, rostro, antennis pedibusque testaceis, femoribus omnibus tibiisque posterioribus, apice excepto, fuscescentibus; capite basi pronoti duplo angustiore; pronoto linea transversali ante apicem vix distinguenda, margine basali versus latera anguste testaceo; hemielytris fusco-nigris, venis nigris, area laterali inter marginem elevatum et venam costatam cubitalem elongato-triangulari, margine ejus apicali truncato vena transversali costata terminato, vena cubitali recta, interne prope basin venam obliquam minus distinctam ad areolam anguli interioris et externe venam elevatam transversam circiter ad quintam apicalem partem marginis exterioris emittente, area apicali exteriore distincte transversa; membrana fusco-testacea, venis duabus exterioribus basi remotis, utrinque prope apicem venae cubitalis excurrentibus, interna ab intermedia longius remota, omnibus sub-parallelis. Long. $2\frac{1}{2}$ mm.

Fieb., Wien. Ent. Monatschr. IV, p. 269, t. VI, f. W! Reut, Rev. d'Ent. I, 1882, p. 162, 1.

Patria: Venezuela, D. D. Moritz (Mus. Caes. Vindob.).

2. Sch. (Sch.) flavipes Reut.

Fig. 10.

Ob-ovata, retrorsum fortiter angustata, nigra, opaca, ventre flavescenti-testaceo; rostro, antennis pedibusque cum coxis flavo-testaceis; capite basi pronoti circiter $\frac{3}{7}$ angustiore; pronoto ante apicem inter oculos linea retrorsum arcuata transversali fortiter impressa; hemielytris limbo laterali latius explanato, sat reflexo, venis omnibus costatis, area laterali elongato-triangulari, apice late recte truncata, sutura membranae igitur angulato, vena alte carinata cubitali recta versus apicem a margine laterali sensim fortiter divergente, spatio inter ejus apicem et marginem lateralem spatio inter apicem et angulum interiorem aeque longo, vena cubitali interne mox ante medium venam distinctam in areolam interiorem et externe prope apicem venulam basin versus vergentem in quartam apicalem partem marginis exterioris emittente; membrana obscure testacea, margine suturali et interiore infuscatis, venis duabus exterioribus basi sat distantibus, versus apicem levissime divergentibus, interna ab eis longe distante. Long. $1\frac{2}{3}$—$2\frac{2}{5}$ mm.

Rev. d'Ent. I, 1882, p. 163, 2!

Var. β: Pronoto angulis posticis margineque basali, commissura clavi limboque hemielytrorum inferne testaceis.

Patria: Brasilia, Rio Janeiro, D. Dr F. Sahlberg (Mus. Holm.).

Caput latitudine cum oculis $1/4$ brevius, fronte leviter convexa, versus apicem utrinque impressione longitudinali sat obsoleta. Oculi majusculi, sat fortiter transversi. Antennae articulo primo secundo fere $2/5$ breviore. Pronotum basi apice fere duplo latiore, disco postice sat fortiter convexo versus apicem fortiter declivi, margine basali subrecto medio leviter sinuato. Scutellum breve, transversum. Hemielytra sat convexa, limbo laterali explanato sat reflexo, clavo marginibus omnibus optime costatis; corii margine apicali venisque omnibus distincte costatis; vena cubitali interne ante medium venam distinctam obliquam versus angulum interiorem corii emittente, hac vena ante apicem venula brevi cum vena brachiali suturae clavi valde appropinquata anastomosante et cum ea areolam parvam quadrangularem anguli interioris formante; vena cubitali externe fere in partem quartam apicalem limbi lateralis venulam versus basin oblique vergentem emittente, areola apicali externa igitur sub-rhomboidali *); venis membranae duabus exterioribus utrinque mox prope apicem venae cubitalis e margine basali emissis, nonnihil curvatis, exteriore subrecta.

3. Sch. (Sch.) apicalis Reut.

Oblongo-obovata, retrorsum fortiter angustata vel sub-ovalis, nigra, opaca, ventre concolore; rostro, antennis pedibusque flavo-testaceis vel ad partem piceis; capite basi pronoti circiter $3/7$ angustiore; pronoto ante apicem inter oculos linea tenui impressa; hemielytris limbo laterali latius explanato, marginibus omnibus clavi, venis corii brachiali et cubitali margineque ejus apicali obtuse angulato bene elevatis, vena cubitali carinata sub-recta versus apicem a margine laterali sensim fortiter divergente, spatio inter ejus apicem et marginem lateralem spatio inter apicem et areolam interiorem aeque lato, hac vena interne ante medium venam distinctam in areolam interiorem apicalem, externe prope apicem venulam fere in quartam vel in quintam apicalem partem marginis exterioris emittente; membrana albida vel (*var.* β) nigricante macula anguli interioris basalis pallide sordide flavente, venis duabus exterioribus basi sat distantibus, leviter curvatis, interna ab eis longe remota. Long. $1\frac{2}{5}$—$1\frac{1}{2}$ mm.

Rev. d'Ent. l. c. p. 163, 3!

*) In diagnosi loco supra citato false scribitur: qvadrata.

Patria: Venezuela (Caracas!, Colonia Tovar!), D. Dr Simon (Coll. auctoris); Brasilia (Pernambuco, Coll. Lethierry).

Praecedenti valde affinis, oblonga, oculis haud transversis, limbo laterali explanato hemielytrorum angustiore distincta. Caput cum oculis apice pronoti paullo angustius, latitudine cum oculis fere $^1/_3$ brevius, fronte inter oculos leviter convexa, verticali, utrinque impressione longitudinali obsoleta. Oculi triangulares, margine interiore margini basali saltem aeque longo, badii. Antennae articulo primo secundo circiter $^2/_5$ breviore. Pronotum apice quam basi circiter $^2/_5$ angustius, disco postice fortiter convexo, versus apicem fortiter declivi, margine basali medio paullo fortius utrinque ante angulos posticos saepe fuscos levissime sinuato. Hemielytra sat convexa, margine laterali interdum fusco. Membrana venis duabus exterioribus utrinque prope apicem venae cubitalis emissis, interna ex ipso angulo interiore membranae excurrente. Pedes flavo-testacei toti vel femoribus omnibus tibiisque anterioribus piceis, his apice flavicantibus.

Forma brachyptera:

Fig. 11.

Late ovalis, valde convexa, nigra, opaca, rostro, antennis pedibusque flaventibus, antennis versus apicem fuscis, femoribus apice excepto piceis; capite basi pronoti $^1/_7$ angustiore; pronoto apice inter oculos linea tenui arcuata impressa; hemielytris abdomen parum superantibus, totis coleoptratis, transversim conjunctim valde convexis, limbo laterali toto aequaliter explanato-reflexo, fortiter rotundato, commissura usque ad apicem sub-recta, marginibus omnibus clavi bene costatis, venis corii sat obsoletis vel leviter elevatis, cubitali haud carinata, vena interna sat longe ante medium ab ea emissa prope apicem venae brachialis in marginem apicalem excurrente, longe ab apice venae cubitalis remota, area laterali elongato-triangulari apice recte truncata, margine apicali costata, vena cubitali externe ante apicem venulam transversam semper bene costatam in marginem lateralem emittente, hac venula aream apicalem exteriorem rectangularem terminante; membrana brevissima, coriacea, cum corio declivi, fuscescente, venis duabus exterioribus distinctis, distantibus, interna deficiente. Long. $1^1/_4$ mm.

Nonnulla specimina in Venezuela (Colonia Tovar!) cum macropteris legit D. Simon (Coll. auctoris).

Statura valde convexa, late ovalis. Caput apici pronoti aeque latum, parcius tenuiter griseo-pubescens. Pronotum basi longitudine fere $^3/_4$ latius, disco postice sat leviter convexo, versus apicem leviter declivi. Hemielytra nigra

valde convexa, a medio versus apicem fortiter oblique declivia, lateribus fortiter rotundata, versus apicem sat acuminata; membrana fuscescente venis duabus late distantibus.

2. Sch. (Sch.) Reitteri n. sp.

Fig. 12.

Forma brachyptera: ovalis, convexa, nigra, opaca, rostro, antennis pedibusque flavo-testaceis; capite basi pronoti $^{1}/_{6}$ angustiore; pronoto apice inter oculos linea arcuata profunde impressa; hemielytris fusco-nigris, abdomen vix superantibus, totis coleoptratis, transversim conjunctim fortiter convexis, limbo laterali toto aequaliter explanato-reflexo, aequaliter rotundato, commissura usque ad apicem recta, commissura suturaque scutellari, vena clavi venaque brachiali corii obtuse costatis, sutura clavi haud impressa, vena corii cubitali carinata, area laterali elongato-triangulari apice truncata, margine apicali tenuiter incrassato, vena cubitali interne ante medium venam sat obsoletam in marginem apicalem inter venas brachialem et cubitalem excurrentem emittente, hac vena ante medium versus venam brachialem curvata et eam subtangente; vena cubitali externe ante apicem venulam transversam in marginem lateralem emittente, hac venula aream apicalem exteriorem subquadratam terminante; membrana brevissima, coriacea cum corio confluente et ad unum declivi, venis brevibus, exterioribus valde appropinquatis. Long. $^{4}/_{5}$ mm.

Patria: Brasilia (Blumenau!), misit D. Reitter (Coll. auctoris).

A *forma brachyptera Sch. flavipedis* Reut. corpore angustius ovali, minus alte convexo, hemielytris in fuscum vergentibus venis omnibus typicis bene distinguendis, cubitali carinata mox distincta. Caput apici pronoti aeque latum, latitudine cum oculis circiter $^{1}/_{3}$ brevius, fronte transversim fortiter convexa. Oculi parvuli, fere aeque longi ac lati. Antennae articulo primo crassitie parum longiore et secundo circiter $^{1}/_{3}$ breviore. Pronotum basi quam apice paullo et longitudine duplo latius, leviter convexum, apicem versus sat leviter declive, margine basali medio levissime sinuato. Scutellum triangulare vix transversum. Hemielytra nigro-fusco, tota coleoptrata, conjunctim sat fortiter convexa, tertia apicali parte versus apicem sensim declivia, lateribus sat fortiter rotundata; membrana venis exterioribus valde appropinquatis fere in medio positis aliaque marginis interioris.

5. Sch. (Nannocoris) nebulifera n. sp.

Ovalis, nigra, opaca, apice capitis, rostro, antennis pedibusque pallide flavotestaceis; membrana nigricante, nebula oblonga discoidali albida; capite cum oculis basi pronoti $^{3}/_{7}$—fere duplo angustiore; pronoti apice inter oculos linea transversali retrorsum arcuata profunde impressa; hemielytris nigro-fuscis, corio marginibus venisque pallido-pubescentibus, limbo laterali reflexo-ampliato, area laterali elongato-triangulari, apice oblique truncata, angulo ejus interiore apicali valde obtuso, exteriore acuto, margine apicali corii a margine laterali usque ad originem venae intermediae membranae recto, dein versus angulum interiorem obtuse angulato, vena cubitali sub-recta a margine laterali fortiter divergente in medium marginis apicalis excurrente, medio venam interiorem sat obsoletam in areolam anguli interioris subtriangularem emittente et mox infra medium aliam exteriorem valde obliquam magis distinctam ad marginem exteriorem lateralem mox ante angulum externum apicalem excurrentem emittente; membrana sutura inter venam cubitalem corii et angulum interiorem parum incrassata, venis omnibus distantibus, parallelis, interna a media quam media ab externa tantum paullo magis remota. Long. $1^{2}/_{5}$ mm.

Patria: Bolivia (Coll. Lethierry).

A praecedentibus capite paullo angustiore, minus deflexo, vena cubitali minus alte carinata medio venam exteriorem fere in angulum externum apicalem acutum emittente, sutura membranae lineam obtusissime angulatam oblique currentem formante venisque membranae exterioribus latius distantibus bene distincta. Caput basi cum oculis vix $^{1}/_{3}$ brevius, apici pronoti aeque latum, fronte transversim sat convexa. Oculi parvuli, latitudine fere longiores. Antennae articulo primo crassitie haud longiore et secundo fere $^{2}/_{5}$ breviore. Pronotum basi longitudine fere $^{2}/_{3}$ latius, disco basi quam in praecedentibus minus convexum et antice levius declive, margine basali subrecto vel medio et ante angulos obsolete sinuato. Scutellum triangulare, transversum. Hemielytra transversim leviter convexa.

6. Sch. (Nannocoris) tuberculifera n. sp.

Fig. 13.

Sub-ovalis, nigra, opaca, tuberculo medio marginis postici verticis, clypeo, antennis, rostro pedibusque pallide flaventibus, antennis tarsisque apicem versus fuscis; membrana albida; capite cum oculis basi pronoti duplo angustiore, fronte medio obtuse carinata, carina in tuberculum medium marginis verticis

fortius prominentem excurrente; pronoti apice inter oculos linea retrorsum fortius arcuata profunde impressa, strictura apicali convexa; hemielytris limbo laterali angusto reflexo, area laterali elongato-triangulari apice oblique truncata, angulo ejus interiore obtuso, exteriore acuto, margine corii apicali a margine laterali usque ad originem venae intermediae membranae recto, dein versus angulum interiorem obtuse angulato, vena cubitali subrecta a margine laterali sensim fortiter divergente in medium marginis apicalis excurrente, medio venam interiorem sat obsoletam ad areolam parvam anguli interioris emittente externe sat longe ante medium aliam leviter sigmoideam in partem fere sextam apicalem limbi lateralis emittente; membrana venis omnibus distantibus, parallelis, interna a media quam media ab externa tantum paullo magis remota. Long. $1\frac{1}{4}$ mm.

Patria: Venezuela (Colonia Tovar!), D. Dr Simon (Coll. auctoris).

Praecedenti affinis, structura insigni capitis venaque externa a vena cubitali emissa altius excurrente distinguenda. Caput cum oculis apice pronoti aequelatum, latitudine verticis oculique unici simul longitudine aequale. Oculi parvuli, latitudine longiores. Antennae articulo primo aeque longo ac crasso, secundo hoc fere duplo longiore. Pronotum basi longitudine fere $\frac{2}{3}$ latius, disco basi convexum, versus apicem declive, margine basali recto. Hemielytra transversim leviter convexa, marginibus clavi venaque corii brachiali sat elevatis, vena cubitali carinata, subrecta.

7. Sch. (Corixidea) lunigera Reut.

Fig. 14.

Oblonga, ante medium leviter constricta, nigricans, opaca, pubescens, pilosula, rostro, antennis pedibusque flavo-testaceis, hemielytris nigro-fuscis, mox pone basin macula magna communi transversali fere semilunari utrinque a vena corii cubitali terminata alba notatis, lateribus medio late rotundato-ampliatis; capite cum oculis basi pronoti aeque lato; pronoto apice linea arcuata impressa nulla vel obsoletissima; corio margine laterali incrassato, nec explanato nec reflexo, vena cubitali alte costata late arcuata in angulum apicalem exteriorem corii excurrente, area laterali igitur basi et apice acuminata, venula exteriore leviter oblique a medio cubiti ad medium marginis exterioris aliaque interiore versus areolam anguli interioris emissis, his venaque brachiali minus distinctis; margine suturali membranae (apicali corii) haud incrassata, membrana nigricante, venis nigro-fuscis, interioribus late arcuatis, omnibus medio fere aeque distantibus. Long. $1\frac{3}{7}$ mm.

Rev. d'Ent. l. c., p. 164, 4!

Patria: Brasilia (Pernambuco!, Coll. Lethierry).

A praecedentibus capite latissimo, pronoto linea apicali impressa destituto, hemielytris ante medium coarctatis, basi albo-signatis, limbo laterali nec explanato nec reflexo, vena cubitali late arcuata, in angulum apicalem externum excurrente membranaeque sutura haud incrassata divergens. Caput latitudine basali cum oculis circiter $1/3$ brevius, fronte fortiter convexa. Oculi leviter transversi. Antennae articulo primo latitudine parum longiore, secundo primo vix longiore, hoc nonnihil graciliore. Pronotum basi longitudine duplo latius, versus apicem leviter declive, margine basali omnium levissime rotundato. Scutellum breve, transversim triangulare. Hemielytra conjunctim convexiuscula, versus basin distincte coarctata, paullo ante medium sat ampliata, versus apicem sensim angustata.

Gen. III. PTENIDIOPHYES nov. gen.

Caput cum oculis apici pronoti aeque latum, superne visum longitudine paullo magis quam duplo latius, antice fortiter obtuse arcuatum, a latere visum versus apicem valde deflexum, inter acetabula antica adpressum, fronte fortiter convexa. Oculi parvuli, ab antico visi sub-triangulares, angulo laterali rotundato, basi et lateribus leviter retrorsum vergentibus angulisque apicalibus pronoti incumbentibus. Rostrum brevissimum. Antennae articulis duobus primis incrassatis, primo crassitie vix longiore, secundo primo dimidio longiore, ultimis longissimis tenuissimis, longitudine subaequalibus, longe pilosis. Pronotum sub-horizontale, solum transversim levissime convexiusculum, sat fortiter transversum, trapeziforme, angulis basalibus rotundatis, margine basali recto, apice strictura lata linea transversali late retrorsum arcuata profunde impressa discreta. Scutellum transversim triangulare. Hemielytra tota coleoptrata, conjunctim ovalia, convexa, lateribus aequaliter rotundata, margine laterali toto aequaliter anguste explanato, commissura usque ad apicem recta, sutura clavi venisque omnibus omnium obsoletissimis, tantum vena cubitali aegre et solum in certa directione distinguenda, punctis densis pellucidis aequaliter punctatis (vel densissime regulariter reticulatis, areolis punctiformibus). Pedes graciles, longe pilosi.

1. Pt. mirabilis n. sp.

Fig. 15.

Nigricans, sub-cinereo-pruinosa, subtiliter breviterque flavicanti-pubescens, capite pilosulo; rostro, antennis pedibusque pallide flavo-testaceis; hemielytris fusco-cinereis, dense minuteque pellucide-punctatis. Long. $^{4}/_{5}$ mm.

Patria: Brasilia (Blumenau!), D. Reitter (Coll. auctoris).

Speciebus generis coleopterorum *Ptenidium* simillima. Caput superne visum pronoto, strictura hujus apicali excepta, aeque longum. Pronotum basi longitudine fere duplo latius, lateribus versus apicem leviter angustatum, strictura apicali quartam apicalem partem occupante. Hemielytra convexa, medio pronoto duplo latiora, limbo explanato pallidiore, sub-testaceo.

Gen. IV. HYPSELOSOMA nov. gen.

Corpus alte convexum. Caput cum oculis maximis basi pronoti latius, verticale, inter acetabula antica fortiter tumido-prominentia adpressum, fronte sat convexa, clypeo brevi, rigido-setoso, basi linea impressa a fronte bene discreto. Oculi maximi, valde transversi, altitudine duplo latiores, fere tota latitudine ultra latera capitis prominentes, valde oblique retrorsum supra acetabula antica producti et circiter $^{3}/_{5}$ anteriores laterum pronoti tangentes. Rostrum crassum apicem coxarum anticarum haud superans. Antennae infra apicem oculorum insertae, articulo primo cylindrico, basin clypei attingente, crassitie duplo longiore, secundo apicem clypei nonnihil superante, versus apicem incrassato, primo longiore, ultimis duobus longis, gracillimis, longe pilosis, tertio basi leviter incrassato. Pronotum valde transversum, lateribus pone oculos brevibus, sub-parallelis, apice inter oculos strictura fere quintam apicalem partem occupante postice linea transversali profunde impressa discreta, disco sub-horizontali, ante medium utrinque foveola obtusa, marginibus apicali et basali declivibus, rectis. Scutellum transversim triangulare. Hemielytra coleoptrata, conjunctim altissime convexa, paullo ante medium versus apicem fortiter arcuato-deflexa, venis suturisque nullis, margine laterali a basi longe ultra medium reflexo, basin versus paullo latius ampliato, commissura fere usque ad medium tegminis recta dein autem appendice angusta membranae tota coriacea sub-parallela instructa, unde margine interiore partibus circiter $^{2}/_{3}$ apicalibus obliqua. Acetabula antica antice tumido-prominentia. Coxae anticae totae in foveis acetabulorum occultae. Femora elongata, ultra latera corporis sat longe exce-

dentia. Tibiae posteriores interne ante apicem spinula longiore apiceque alia brevi armatae. Tarsi postici articulo tertio secundo longitudine sub-aequali.

1. H. oculata n. sp.

Fig. 16.

Nigra, tota opaca, capite vitta transversali inter oculos, rostro, antennis pedibusque ferrugineis. Long. $1^{1}/_{5}$ mm.

Patria: Nova Caledonia in monte Kogui, m. Maji, D. A. Fauvel, benevole dedit D. A. Montandon (Coll. auctoris).

Species a facie typica hemipterorum valde divergens, similitudine maxima coleopterorum. Caput ab antico visum, oculis exceptis, sub-triangulare, latitudine verticis interoculari paullo longius, fronte inter apices oculorum diametro transversali oculi paullo latiore. Antennae articulo secundo apicem capitis superante et primo fere dimidio longiore, piceo-ferrugineo, ultimis piceis. Pronotum basi longitudine (cum structura apicali) circiter duplo latius. Hemielytra conjuncta alte convexa, a basi ad medium pronoto altitudine subaequantia, conjunctim basi pronoti paullulum latiora, margine laterali ante medium leviter rotundata, dein sensim angustata, apice communi rotundato; pronoto fere triplo longiora.

Explicatio figurarum.

Fig. 1. *Ceratocombus (Leptonannus) biguttulus* n. sp. *a:* hemielytron, *b:* ala.

„ 2. *C. (Trichotonannus) setulosus* n. sp. *a:* hemielytron, *b:* ala, *c:* caput et pectus a latere visa.

„ 3. *C. (Ceratocombus) brasiliensis* n. sp. *a:* hemielytron, *b:* ala.

„ 4. *C. (C.) coleoptratus* ZETT. hemielytron.

„ 5. *C. (Xylonannus) corticalis* REUT. *a:* hemielytron, *b:* caput et pronotum.

„ 6. *Pachycoleus rufescens* J. SAHLB., *b:* caput et pectus a latere visa.

„ 7. *Cryptostemma alienum* H. S. *a:* hemielytron, *b:* ala, *c:* caput a latere visum.

„ 8. *Cr. pusillimum* J. SAHLB. forma brachyptera.

„ 9. *Tropistotrochus ampliatipennis* n. sp.

„ 10. *Schizoptera flavipes* REUT., hemielytron formae macropterae.

„ 11. *Sch. apicalis* REUT. forma brachyptera, *a:* a supero, *b:* a latere visa.

„ 12. *Sch. Reitteri* n. sp. forma brachyptera, *a:* a supero, *b:* a latere visa.

„ 13. *Sch. (Nannocoris) tuberculifera* n. sp. *a:* a supero visa, *b:* caput et thorax a latere visa.

„ 14. *Sch. (Corixidea) lunigera* REUT.

„ 15. *Ptenidiophyes mirabilis* n. sp.

„ 16. *Hypselosoma oculata* n. sp. *a:* a supero, *b:* a latere visa.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XIX. № 7.

ETUDES
SUR LA
DILATATION DE L'HYDROGÈNE
A DES
PRESSIONS INFÉRIEURES
A LA
PRESSION ATMOSPHERIQUE

PAR

G. MELANDER.



Les expériences dont je vais rapporter les résultats font proprement une suite directe à mes recherches sur la dilatation de l'air atmosphérique et de l'acide carbonique à pressions basses.

J'avais obtenu pour le coëfficient de dilatation de ces gaz les valeurs renfermées dans le tableau suivant:

Air atmosphérique.

Première série.

Pression à zero mm.	Pression calculée à 100° mm.	Valeur de α. Moyenne par pression.	Erreur probable de cette moyenne.
752	1027,7	0,0036660	—
376	513,7	0,0036624	± 0,0000005
260	355,2	0,0036606	± 0,0000005
170	232,2	0,0036594	± 0,0000002
100	136,6	0,0036630	± 0,0000003
78	106,6	0,0036657	± 0,0000009
51,8	70,8	0,0036717	± 0,0000008
29,1	38,8	0,0036853	± 0,0000018
13,2	18,1	0,0037172	± 0,0000025
6,6	9,1	0,0037627	± 0,0000022

Deuxième série.

Pression à zero mm.	Pression calculée à 100° mm.	Valeur de α. Moyenne par pression.	Erreur probable de cette moyenne.
749	1023,4	0,0036642	± 0,0000004
254	346,9	0,0036580	± 0,0000004
101	138,0	0,0036634	± 0,0000004
75	102,5	0,0036645	± 0,0000002
18,6	25,5	0,0036895	± 0,0000007
5,8	7,98	0,0037666	± 0,0000021

Acide carbonique.

Pression à zéro mm.	Pression calculée à 100° mm.	Valeur de α. Moyenne par pression.	Erreur probable de cette moyenne.
749	1028,1	0,0037264	± 0,0000005
347	474,9	0,0036856	± 0,0000004
267	365,2	0,0036803	± 0,0000004
169,5	231,7	0,0036701	± 0,0000004
101,5	138,7	0,0036657	± 0,0000002
55,8	76,2	0,0036641	± 0,0000009
18,1	24,7	0,0036753	± 0,0000015

De ces tableaux on peut conclure:

que le coëfficient de dilatation de l'air diminue avec la pression jusqu'à ce que celle-ci soit descendue à un point voisin de 232 mm., passé lequel il augmente constamment à mesure que la pression diminue;

que le coëfficient de dilatation de l'acide carbonique diminue aussi avec la pression jusqu'à un point voisin de 76 mm., passé lequel il augmente à mesure que la pression diminue.

On voit par là que la loi de Regnault déclarant que le coëfficient de dilatation des gaz diminue constamment avec la pression, n'est pas exacte, au moins quant à l'air atmosphérique et à l'acide carbonique. Il m'a paru intéressant de continuer l'application de la même méthode à l'hydrogène, pour arriver peut-être à constater pour celui-ci aussi une exception à la loi formulée par Regnault. Les recherches mêmes de Regnault sur l'hydrogène semblent parler contre l'exactitude de sa loi. En effet, il a trouvé pour ce coëfficient de dilatation, à 2645 mm de pression, la valeur 0,0036616, très peu supérieure à la valeur 0,0036613 du coëfficient à la pression atmosphérique. L'hydrogène s'écartant aussi de la loi de Mariotte en sens inverse à celui des autres gaz, il me semblait qu'on doit conclure de là que le coëfficient de la dilatation de l'hydrogène diminue avec la pression jusqu'à un peu plus d'une atmosphère, après quoi il doit augmenter si la pression diminue.

Ce sont là les motifs qui m'ont engagé à faire les expériences dont les résultats sont exposés dans ce qui suit.

Ces expériences ont été faites au laboratoire de physique de l'Université, grâce à la bienveillance de M. de professeur S. Lemström. Qu'il me soit permis de lui en exprimer ici mes vifs remercîments.

Description de l'appareil.

La disposition générale des appareils que j'ai employés pour ces expériences est essentiellement la même que celle de mes expériences précédentes, qui est représentée au complet (Fig. 1).

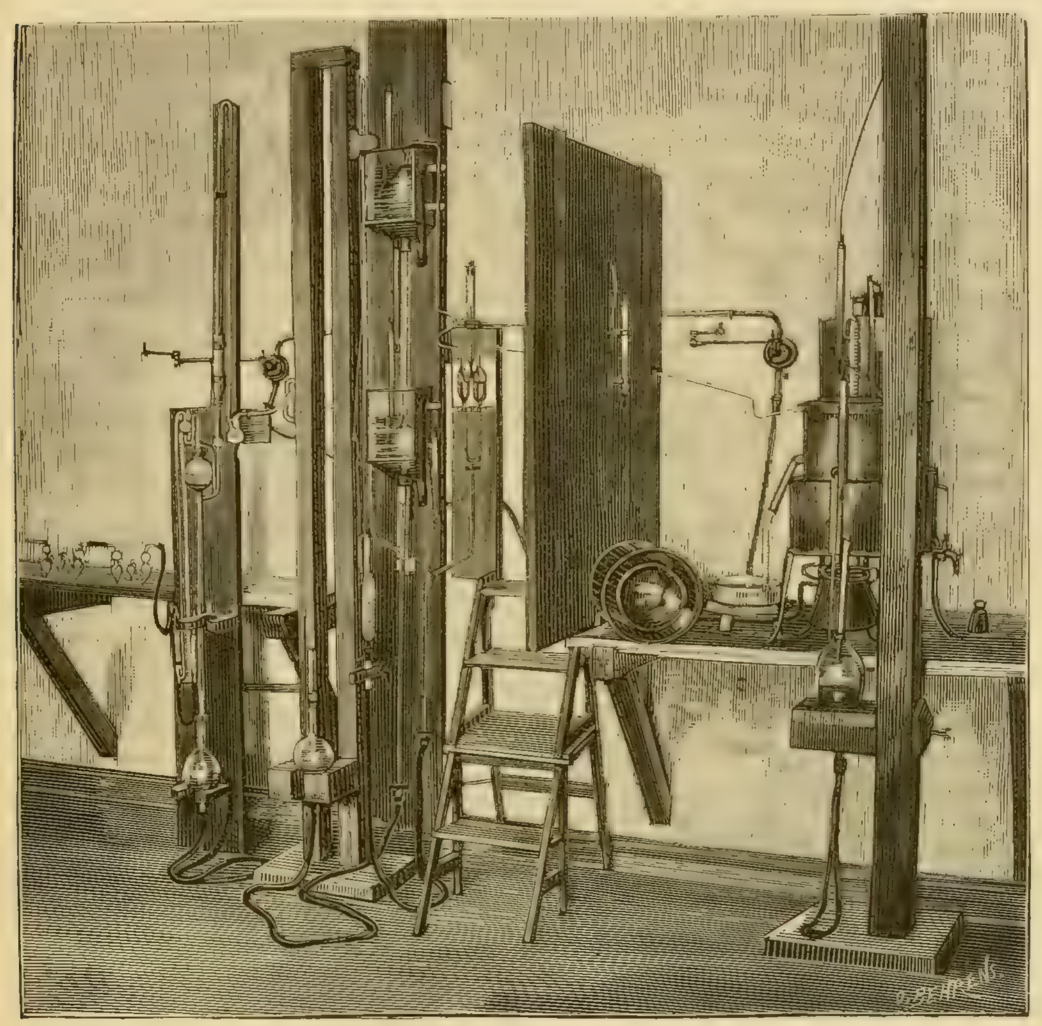


Fig. 1.

On voit, à gauche, la pompe à mercure de Sundell[1]), très bien appropriée aux recherches sur les gaz raréfiés, parce qu'elle permet de vider ou de laisser rentrer du gaz en quantités aussi petites que l'on veut, et de mesurer

[1]) Acta Societatis Scient. Fennicae. Tom. XIV et XV.

des pressions de millionièmes de millimètre. Cette pompe communique, d'une part, avec l'air extérieur, par l'intermédiaire de deux triples flacons laveurs contenant de l'acide sulfurique; d'autre part, avec l'appareil destiné proprement à mesurer la dilatation. Celui-ci, qui est aussi reproduit Fig. II, se compose de trois parties différentes, que j'ai nommées:

La chaudière.

Le comparateur.

Le compresseur.

La chaudière, représentée Fig. I et Fig. II, à droite, se compose:

1:o d'un vase en fer-blanc pour la production de la vapeur. Ce vase est essentiellement pareil à celui de Regnault, excepté qu'il est muni par le haut de deux étuves cylindriques au lieu d'une. La plus petite étuve était superflue pour les expériences en question, mais la chaudière étant faite pour un double but, je ne voulais pas la simplifier pour ces recherches spéciales. Ces étuves consistent en deux gros tubes en fer-blanc, à double paroi, fermés en haut, et coupés horizontalement en deux moitiés, dont l'inférieure représente le corps, et est fixée sur le vase de la chaudière, la supérieure représente le couvercle de l'étuve. Les deux parties des étuves sont soudées sur des anneaux de fer, dont les inférieurs sont munis de ceintures de caoutchouc. Les anneaux étant ajustés l'un sur l'autre, on peut, par l'application de poids sur les couvercles, à peu près hermétiquement presser ceux-ci contre le corps des étuves. On voit le plus petit de ces couvercles représenté séparément (Fig. I à la gauche de la chaudière). Les fonds des deux cylindres intérieurs des étuves consistent en réseaux de fil de laiton qui empêchent la neige, employée à produire la température de 0^0, de tomber dans le vase inférieur de la chaudière. A la température de 100^0, la vapeur dévelopée dans ce vase pénètre dans les cylindres intérieurs des étuves, puis elle passe par des orifices ménagés dans les parois intérieurs des couvercles, et parcourt dans toute leur longeur les espaces intermédiaires des deux parois des étuves, pour sortir de la chaudière par des tubes dans les fonds de ces espaces.

Le manomètre sort de la chaudière entre les deux étuves. Son bout libre, qui est muni d'une échelle de millimètre, plonge dans une auge pleine d'eau distillée (voir Fig. I).

La chaudière peut être chauffée par deux brûleurs. Le ballon B repose dans la plus large étuve sur un trépied en fer entouré d'étoffe gommée. Le goulot de ce ballon est tourné vers le bas et soudé à un tube capillaire $cc'c''$ (Fig. II). Ce tube, entouré de caoutchouc, pénètre en c' les deux parois de cette étuve et met le ballon B en communication avec le comparateur.

La fig. I présente aussi le plus petit cylindre avec tous ses accessoires (les tubes, le ballon, les thermomètres, le réservoir avec son support), quoique ceux-ci aient été exclus de l'appareil pendant ces expériences.

Entre les deux étuves, près du tube cc′, on avait fixé le thermomètre T_7 de manière que son réservoir était à la même hauteur que le point c′ de ce tube.

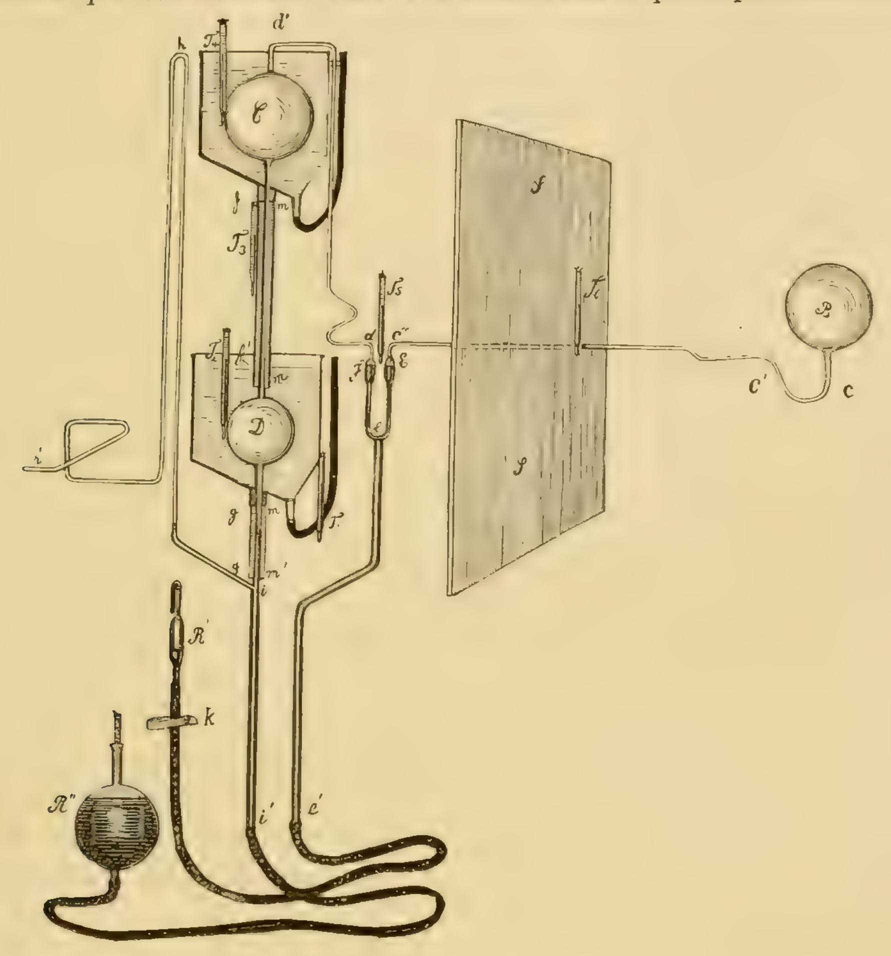


Fig. II.

Comme il a été dit plus haut, la chaudière communique avec le comparateur par le tube capillaire cc′c″. Pour diminuer l'influence du rayonnement de la chaudière, j'ai placé l'écran en bois SS′ entre celle-ci et le comparateur. Le thermomètre T_6 est fixé sur cet écran.

Le comparateur (voir Fig. I et II) consiste en un tube fourchu Fe Ec′, dont les deux bras parallèles ont un diamètre intérieur de 22 mm. à leurs

parties supérieures F et E. Ces tubes F et E sont munis chacun de sa pointe en verre noir, soudée à l'intérieur des tubes, tout près de ces extrémités supérieures. Les parties terminales de ces pointes, recourbées vers le bas, sont destinées à servir de repère. Le papier blanc fixé derrière ces pointes noires, sert à faire apparaître dans toute leur netteté les images réfléchies de ces pointes. Elles coïncident avec les axes de ces tubes et sont sensiblement dans le même plan horizontal, ce que l'on a fait avant de fixer le comparateur et contrôlé plusieurs fois après en remplissant le comparateur de mercure jusqu'à ces pointes. Le troisième bras ee' du comparateur est allongé en bas par un tube de caoutchouc, qui relie ce tube au réservoir de mercure R'. Ce réservoir R' peut, à l'aide d'une corde à poulie, se déplacer verticalement, mais, pour les installations plus délicates, le tube de caoutchouc est muni d'une pince élastique k, au moyen de laquelle on peut modifier convenablement la hauteur du mercure dans le comparateur. Grâce à cette disposition, on peut faire monter le mercure dans les deux tubes F et E avant chaque observation et éliminer ainsi l'influence de la capillarité.

Le thermomètre T_5, dont le réservoir est à la même hauteur que les pointes noires, est fixé entre les tubes F et E.

Le tube E étant relié à la chaudière, le tube F communique par le tube capillaire dd' avec le ballon C du compresseur.

Le compresseur (voir Fig. I et II) se compose de deux ballons C et D, qui communiquent entre eux par le tube cylindrique ff'. Le ballon D est en bas allongé par le tube aussi cylindrique gg'. Le volume de D est au volume de C à peu près comme 100 α à l'unité. Pour maintenir ces ballons à une température aussi constante que possible, ils sont entourés chacun d'un vase en tôle galvanisée, plein d'eau, dont la face antérieure est fermée par une glace. Les fonds en entonnoir de ces vases sont tous deux munis de deux goulets, les uns, qui sont centraux, renferment les tubes correspondants, les autres servent à vider les vases.

Les échelles de millimètre mm et m'm', tracées au miroir, sont fixées verticalement derrière les tubes ff' et gg'.

Le tube gg' communique par le tube ii' et un tube de caoutchouc avec le réservoir de mercure R'', muni d'un tube contenant du chlorure de calcium. On peut déplacer aussi ce réservoir verticalement le long d'un support. Le tube ihh', qui sort de la fourchure, relie le comparateur à la boule de dessiccation de la pompe à mercure. Cette boule contient de l'acide phosphorique anhydre.

Le thermomètre T_4 donne les températures du ballon C; le thermomètre T_2, celles du ballon D. Les réservoirs de ces deux thermomètres sont placés dans l'eau, tout près des ballons et à la même hauteur que les centres des ballons. Le thermomètre T_3 mesure la température du gaz contenu dans le tube ff′, et le thermomètre T_1 celle du gaz contenu dans le tube gg′.

Le comparateur et le compresseur sont tous deux montés sur des supports fixés au mur.

Marche des expériences.

L'appareil étant rempli de gaz bien sec, on entoure complètement le ballon B et son goulot jusqu'à c′ de neige fondante. Peu après, on supprime la communication avec la pompe à mercure en faisant monter le mercure dans le compresseur jusqu'au milieu du tube gg′. Lorsqu'on est sûr que la pression est la même dans tout l'appareil, on élève le réservoir R′, pour mettre le mercure du comparateur en contact avec les pointes noires.

Deux heures après environ, on observe les thermomètres $T_4\,T_3\,T_5\,T_2\,T_1$ dans l'ordre que nous indiquons ici. Puis on rend la pression du gaz dans la chaudière et le compresseur sensiblement la même: ce qui est facilement fait en variant un peu le volume du gaz dans le compresseur jusqu'à ce que l'on parvienne à mettre les pointes noires du comparateur simultanément en contact précis avec leur images réfléchies dans le mercure. Les réglements les plus fins du mercure dans le comparateur sont faits au moyen de la pince k, et on finit toujours par élever le mercure en même temps dans les deux branches parallèles du comparateur. L'uniformité des pressions dans tout l'appareil étant ainsi établie, on note de nouveau les températures des thermomètres dans l'ordre $T_1\,T_2\,T_5\,T_3\,T_4$ et maintenant aussi celles des thermomètres T_6 et T_7. On note encore la position du mercure dans le tube gg′. Toutes ces opérations sont faites aussi rapidement que possible, pour éviter l'échauffement par la présence de l'observateur.

On répète toutes ces annotations et manipulations dans le même ordre deux ou trois fois de suite avec des intervalles de 10 à 15 minutes.

Cela fait, on verse une quantité fixe d'eau sur le ballon B, pour faire fondre la neige qui l'enveloppe. Celle-ci et l'eau produite par la fusion de la neige, découle par le réseau du cylindre intérieur dans le vase inférieur de la chaudière. On enlève les restes de la neige, on applique les

couvercles sur les étuves, on note la hauteur de l'eau dans le manomètre et l'on met le feu, d'abord à l'un, et, une demi-heure après, à l'autre des brûleurs.

On doit maintenant bien surveiller l'appareil, car le gaz contenu dans les réservoirs de la chaudière se dilatant par le chauffage, le mercure s'abaisse dans la branche Ee et monte dans la branche Fe du comparateur. Pour maintenir cependant une pression uniforme dans tout l'appareil, on doit comprimer le gaz dans le compresseur en diminuant son volume dans la même proportion que la pression croît dans la chaudière. On augmente donc la pression uniformément dans toutes les parties de l'appareil, le volume du gaz dans la chaudière restant presque constant. Pour cela on fait monter le mercure dans le ballon D en élevant successivement le reservoir R''. On ramène ensuite les niveaux du mercure dans les tubes Ee et Fe, à la hauteur des pointes noires; ces deux se sont abaissées en effet par l'augmentation de la pression dans l'appareil.

Lorsque l'ébullition a été continuée pendant deux heures environ, on fait une installation préliminaire des niveaux du mercure dans le comparateur pour rétablir l'uniformité des pressions. On doit pour cela faire monter le mercure dans le compresseur jusqu'à un endroit du tube ff'. Une demi-heure après, on observe le baromètre, on note les températures des thermomètres $T_4 T_3 T_5$ dans l'ordre indiqué, on varie un peu le volume du gaz dans le compresseur, jusqu'à ce que l'on parvienne, au moyen de la pince, à mettre les pointes noires du comparateur simultanément en contact précis avec leurs images réfléchies dans le mercure. L'uniformité des pressions étant ainsi rétablie, on observe les températures des thermomètres $T_5 T_3 T_4 T_6 T_7$. On note encore la position du mercure dans le tube ff', la dépression de l'eau dans le manomètre et la hauteur barométrique.

On répète les mêmes observations deux ou trois fois de suite à 10 ou 15 minutes d'intervalle.

L'ébullition étant finie, on note la hauteur de l'eau dans le manomètre.

Calcul des expériences.

Si les températures des volumes différents, à l'exception de celles de la chaudière, demeuraient invariables pendant toute l'expérience, le calcul de α serait plus simple. Mais cette supposition ne peut être réalisée pratiquement d'une manière rigoureuse. C'est pourquoi on doit déterminer quelle fonction est α de la température des diverses parties de l'appareil.

Si nous désignons par M_0 la masse, p la pression et 0^0 la température d'un volume constant v d'un gaz, dont la densité dans ces circonstances soit D_0, nous avons la relation

$$M_0 = D_0 v.$$

Supposons maintenant la pression variable, le volume et la température restant constants. Soient p la nouvelle pression et D_{p0} la densité correspondante, on aurait la masse du gaz contenue dans le volume v:

$$M_1 = D_{p0}\ v = \frac{D_0 p}{p_0} v$$

si la loi de Mariotte était rigoureusement exacte. Mais en admettant que le gaz n'obéisse pas cette loi, nous avons toujours la relation:

$$M_1 = \frac{D_0 \varphi(p0)}{p_0} v.$$

Si nous supposons maintenant la température variable, la pression et le volume restant constants, nous aurions, pour la masse M du gaz contenue dans la capacité v à la température t et sous la pression p, l'expression:

$$M = \frac{D_0 \varphi(p0)}{p_0(1 + \alpha_p t)} v \qquad (1)\,^{*)}$$

où α_p est le coëfficient de dilatation du gaz, correspondant à la pression constante p.

En appliquant cette formule à toutes les parties de l'appareil, on pourrait trouver les expressions des masses du gaz à gauche et à droite du comparateur, si la capacité v de chaque partie de l'appareil était invariable pendant toute l'expérience. Cette supposition n'étant pas juste, il est nécessaire de tenir compte de la variation de capacité causée:

1:o par la variation de la température du verre de l'enveloppe.

2:o par la compression du verre causée par l'excès de la pression extérieure sur la pression intérieure.

Soit donc v_0 un volume quelconque à zéro de l'appareil, correspondant au cas où la pression extérieure et la pression intérieure sont les mêmes.

*) Je dois l'emploi de cette formule à M. le professeur A. F. Sundell, qui dans son rapport officiel sur ma thèse de doctorat (De la dilatation des gaz, Helsingfors 1889) a remarqué qu'elle convient au mieux.

Soit encore β le coefficient de la dilatation de l'enveloppe, on a pour la capacité à t^0 de partie en question la valeur:

$$v = v_0(1 + \beta t)$$

Si la pression intérieure p du gaz renfermé dans une enveloppe est diminuée, la pression extérieure P étant constante, le volume primitif de l'enveloppe varie par la compression du verre. Le coëfficient de cette variation du volume est à toute rigueur une fonction des pressions p et P, de la forme et des dimensions de l'enveloppe, de l'épaisseur et de l'élasticité du verre. Si nous désignons par $\psi(Pp)$ la fonction de P et p qui représente le coëfficient de compression des parties diverses de l'appareil, nous avons pour la capacité correspondante à l'excès $P - p$ de pression extérieure et à la température t^0 l'expression:

$$v = v_0(1 + \beta t)[1 + \psi(Pp)] \qquad (2)$$

En substituant cette valeur à v dans la formule 1) nous trouvons:

$$M = \frac{D_0 \varphi(p0)}{p_0(1 + \alpha_p t)} v_0(1 + \beta t)[1 + \psi(Pp)] \qquad (3)$$

En appliquant cette formule à toutes les parties de l'appareil, on peut trouver les expressions des masses du gaz à gauche et à droite du comparateur.

Soient maintenant:

v_1 la capacité à zéro de la partie du tube gg' qui, au moment où le niveau du mercure se trouve dans ce tube, est pleine de gaz. On a déterminé en chaque cas spécial la valeur de ce volume variable par la lecture de la position de ce niveau vis-à-vis de l'échelle à miroir gg', dont le zéro correspond à g. En multipliant la longueur en cm. de v_1 par l'aire moyenne à zéro de la section transversale du tube gg', on obtient le volume v_1 exprimé en cm^3.

v_2 la capacité à zéro du ballon D de g jusqu'en f'.

v_3 la capacité à zéro du tube $f'f$.

v'_3 la capacité à zéro de la partie du tube ff' qui au moment où le niveau de mercure se trouve dans ce tube, est pleine de gaz. On détermine en chaque cas spécial la valeur de ce volume variable par la lecture de la position de ce niveau, vis-à-vis de l'échelle à miroir ft', dont le zéro

correspond à f. En multipliant la longueur de v'_3 (obtenue en cm.) par l'aire moyenne à zéro de la section transversale du tube gg', on obtient le volume v'_3 exprimé en cm^3.

v_4 la capacité à zéro du ballon C, de f jusqu'en d'.

v_5 la capacité à zéro du tube capillaire dd' et de la partie pleine de gaz du tube F (au-dessus de la pointe noire).

v_6 la capacité à zéro de la partie pleine de gaz du tube E et du tube capillaire c''c' jusqu'à l'écran SS'.

v_7 la capacité à zéro de tube capillaire c''c' de l'écran jusqu'en c'.

v_8 la capacité à zéro du ballon B jusqu'en c et du tube capillaire de c jusqu'en c'.

Soient encore[1]):

t_1 la température de v_1 donnée par la moyenne de toutes les lectures du thermomètre T_1 avant et après le réglement de la pression.

t_2 la température de v_2 donnée par la moyenne des lectures du thermomètre T_2.

t_3, t'_3 les températures de v_3 ou de v'_3 données par les moyennes des lectures de thermomètre T_3.

t_4, t'_4 les températures de v_4, données par les moyennes des lectures du thermomètre T_4.

t_5, t'_5 les températures de v_5, données par les moyennes des lectures du thermomètre T_5.

t_6, t'_6 les températures de v_6 qui sont identiques à t_5 et t'_5.

t_7, t'_7 les températures de v_7 données par les moyennes des lectures des thermomètres T_6 et T_7.

t_8, t'_8 les températures de v_8. On a toujours $t_8 = 0$ et $t'_8 =$ la température d'ébullition de l'eau pour le moment.

Les températures correspondant aux notations t'_1 et t'_2 ne sont pas d'usage dans le calcul.

Comme j'ai indiqué plus haut (pagg. 9 et 10) dans la description de la marche des expériences, le niveau de mercure se trouvait, au moment où la chaudière était remplie de neige, dans le compresseur à quelque endroit du tube gg'. On avait donc à ce moment les volumes suivants remplis de gaz:

---

*) Les températures accentuées se rapportent au moment où le réservoir de la chaudière est maintenu à la température d'ébullition; celles sans accent, au moment où ce réservoir était à la température de zéro.

A gauche du comparateur:

le	volume	v_1	dont	la	température	était	t_1
„	„	v_2	„	„	„	„	t_2
„	„	v_3	„	„	„	„	t_3
„	„	v_4	„	„	„	„	t_4
„	„	v_5	„	„	„	„	t_5

A droite du comparateur:

le	volume	v_6	dont	la	température	était	t_6
„	„	v_7	„	„	„	„	t_7
„	„	v_8	„	„	„	„	t_8

La pression du gaz dans ces volumes n'est pas connue avec une précision suffisante, mais nous savons que celle-ci, au moment en question, est sensiblement la même à gauche qu'à droite du comparateur. En conservant d'ailleurs, pour désigner les choses semblables, les mêmes lettres qu'auparavant, on peut, en appliquant la formule 3), déterminer des expressions pour la masse contenue dans chacun de ces volumes.

Soit p la pression commune de toutes les parties de l'appareil, on a, en employant la formule 3), pour la somme M_1 des masses du gaz renfermées dans les volumes v_1 v_2 v_3 v_4 v_5 qui communiquent entre eux, l'expression:

$$M_1 = \frac{D_0}{p_0}\varphi(p0)\left[\frac{v_1(1+\beta t_1)(1+\psi_1(Pp))}{1+\alpha_p t_1} + \frac{v_2(1+\beta t_2)(1+\psi_2(Pp))}{1+\alpha_p t_2} + \right.$$
$$+ \frac{v_3(1+\beta t_3)(1+\psi_3(Pp))}{1+\alpha_p t_3} + \frac{v_4(1+\beta t_4)(1+\psi_4(Pp))}{1+\alpha_p t_4} + \qquad (4)$$
$$\left. + \frac{v_5(1+\beta t_5)(1+\psi_5(Pp))}{1+\alpha_p t_5}\right]$$

où ψ_1 ψ_2 ψ_3 ψ_4 ψ_5 sont les coëfficients de compression des volumes v_1 v_2 v_3 v_4 v_5.

On trouve de la même manière l'expression de l'autre masse M_{II} du gaz renfermé dans les volumes v_6 v_7 v_8, qui aussi communiquent entre eux. On a, en posant $t_8 = 0$,

$$M_{II} = \frac{D_0}{p_0}\varphi(p0)\left[\frac{v_6(1+\beta t_6)(1+\psi_6(Pp))}{1+\alpha_p t_6} + \frac{v_7(1+\beta t_7)(1+\psi_7(Pp))}{1+\alpha_p t_7} + \right.$$
$$\left. + v_8(1+\psi_8(Pp))\right] \qquad (5)$$

où ψ_6 ψ_7 ψ_8 sont les coëfficients de compression des volumes correspondants.

Au moment où le réservoir B de la chaudière était entouré de vapeur, le niveau du mercure se trouvait dans le tube ff' du compresseur. Le gaz remplit donc à ce moment les volumes suivants:

A gauche du comparateur:

le volume v'_3 dont la température était t'_3
" " v_4 " " " " t'_4
" " v_5 " " " " t'_5

A droite du comparateur:

le volume v_6 dont la température était t'_6
" " v_7 " " " " t'_7
" " v_8 " " " " t'_8

La pression du gaz dans la chaudière s'était élevée par le chauffage à une valeur p', mais on avait en même temps comprimé le gaz dans le compresseur jusqu'à sensiblement la même pression. On avait donc aussi dans ce cas une pression commune pour tout le gaz. En employant encore la même formule 3), on obtient les expressions suivantes pour les masses invariables M_I à gauche et M_{II} à droite du comparateur:

$$M_I = \frac{D_0}{p_0}\varphi(p'0)\left[\frac{v'_3(1+\beta t'_3)(1+\psi_3(Pp'))}{1+\alpha_{p'}t'_3} + \frac{v_4(1+\beta t'_4)(1+\psi_4(Pp'))}{1+\alpha_{p'}t'_4} + \right.$$
$$\left. + \frac{v_5(1+\beta t'_5)(1+\psi_5(P_1p'))}{1+\alpha_{p'}t'_5}\right] \tag{6}$$

$$M_{II} = \frac{D_0}{p_0}\varphi(p'0)\left[\frac{v_6(1+\beta t'_6)(1+\psi_6(Pp'))}{1+\alpha_{p'}t'_6} + \frac{v_7(1+\beta t'_7)(1+\psi_7(Pp'))}{1+\alpha_{p'}t'_7} + \right.$$
$$\left. + \frac{v_8(1+\beta t'_8)(1+\psi_8(Pp'))}{1+\alpha_{p'}t'_8}\right] \tag{7}$$

En posant généralement

$$V_i = v_i(1+\beta t_i)(1+\psi_i(Pp))$$
$$V'_i = v_i(1+\beta t'_i)(1+\psi_i(Pp'))$$

on obtient au lieu des équations 4), 5), 6) et 7) les équations suivantes:

$$M_I = \frac{D_0}{p_0}\varphi(p0)\left(\frac{V_1}{1+\alpha_p t_1}+\frac{V_2}{1+\alpha_p t_2}+\frac{V_3}{1+\alpha_p t_3}+\frac{V_4}{1+\alpha_p t_4}+\frac{V_5}{1+\alpha_p t_5}\right) \quad 4)\ \text{bis}$$

$$M_{II} = \frac{D_0}{p_0}\varphi(p0)\left(\frac{V_6}{1+\alpha_p t_6}+\frac{V_7}{1+\alpha_p t_7}+V_8\right) \quad 5)\ \text{bis}$$

$$M_I = \frac{D_0}{p_0}\varphi(p'0)\left(\frac{V'_3}{1+\alpha_{p'} t'_3}+\frac{V'_4}{1+\alpha_{p'} t'_4}+\frac{V'_5}{1+\alpha_{p'} t'_5}\right) \quad 6)\ \text{bis}$$

$$M_{II} = \frac{D_0}{p_0}\varphi(p'0)\left(\frac{V'_6}{1+\alpha_{p'} t'_6}+\frac{V'_7}{1+\alpha_{p'} t'_7}+\frac{V'_8}{1+\alpha_{p'} t'_8}\right) \quad 7)\ \text{bis}$$

Les équations 4 bis et 6 bis donnent

$$\frac{\varphi(p'0)}{\varphi(p0)} = \frac{\frac{V_1}{1+\alpha_p t_1}+\frac{V_2}{1+\alpha_p t_2}+\frac{V_3}{1+\alpha_p t_3}+\frac{V_4}{1+\alpha_p t_4}+\frac{V_5}{1+\alpha_p t_5}}{\frac{V'_3}{1+\alpha_{p'} t'_3}+\frac{V'_4}{1+\alpha_{p'} t'_4}+\frac{V'_5}{1+\alpha_{p'} t'_5}} \quad 8)$$

Des équations 5 bis et 7 bis on tire:

$$\frac{\varphi(p'0)}{\varphi(p0)} = \frac{\frac{V_6}{1+\alpha_p t_6}+\frac{V_7}{1+\alpha_p t_7}+V_8}{\frac{V'_6}{1+\alpha_{p'} t'_6}+\frac{V'_7}{1+\alpha_{p'} t'_7}+\frac{V'_8}{1+\alpha_{p'} t'_8}} \quad 9)$$

Les équations 8) et 9) comparées entre elles nous donnent:

$$\frac{\frac{V_1}{1+\alpha_p t_1}+\frac{V_2}{1+\alpha_p t_2}+\frac{V_3}{1+\alpha_p t_3}+\frac{V_4}{1+\alpha_p t_4}+\frac{V_5}{1+\alpha_p t_5}}{\frac{V'_3}{1+\alpha_{p'} t'_3}+\frac{V'_4}{1+\alpha_{p'} t'_4}+\frac{V'_5}{1+\alpha_{p'} t'_5}} = \frac{\frac{V_6}{1+\alpha_p t_6}+\frac{V_7}{1+\alpha_p t_7}+V_8}{\frac{V'_6}{1+\alpha_{p'} t'_6}+\frac{V'_7}{1+\alpha_{p'} t'_7}+\frac{V'_8}{1+\alpha_{p'} t'_8}} \quad 10)$$

Telle est la relation qui existe entre α_p et $\alpha_{p'}$, les vrais volumes des diverses parties de l'appareil et les températures des masses du gaz contenues dans ces volumes. Supposons maintenant ces volumes et températures connus. On a donc une expression qui, outre α_p et $\alpha_{p'}$ ne renferme plus que

des volumes et températures connus. Cette équation ne peut se résoudre, par rapport à α_p ou $\alpha_{p'}$, que par tâtonnements. Mais nous la résolvons par rapport au coëfficient $\alpha_{p'}$ de t'_8. En désignant encore le membre de gauche de l'équation 10) par $\frac{1}{K}$, on obtient:

$$\alpha_{p'} = \frac{\dfrac{V'_8}{K\left(\dfrac{V_6}{1+\alpha_p t_6}+\dfrac{V_7}{1+\alpha_p t_7}+V_8\right)-\left(\dfrac{V'_6}{1+\alpha_{p'} t'_6}+\dfrac{V'_7}{1+\alpha_{p'} t'_7}\right)}-1}{t'_8}$$

où

$$K = \frac{\dfrac{V'_3}{1+\alpha_{p'} t'_3}+\dfrac{V'_4}{1+\alpha_{p'} t'_4}+\dfrac{V'_5}{1+\alpha_{p'} t'_5}}{\dfrac{V_1}{1+\alpha_p t_1}+\dfrac{V_2}{1+\alpha_p t_2}+\dfrac{V_3}{1+\alpha_p t_3}+\dfrac{V_4}{1+\alpha_p t_4}+\dfrac{V_5}{1+\alpha_p t_5}} \qquad 11)$$

$V_1 = v_1(1+\beta t_1)(1+\psi_1(Pp))$

$V_2 = v_2(1+\beta t_2)(1+\psi_2(Pp))$

$V_3 = v_3(1+\beta t_3)(1+\psi_3(Pp))$ $\qquad V'_3 = v'_3(1+\beta t'_3)(1+\psi_3(Pp'))$

$V_4 = v_4(1+\beta t_4)(1+\psi_4(Pp))$ $\qquad V'_4 = v_4(1+\beta t'_4)(1+\psi_4(Pp'))$

$V_5 = v_5(1+\beta t_5)(1+\psi_5(Pp))$ $\qquad V'_5 = v_5(1+\beta t'_5)(1+\psi_5(Pp'))$

$V_6 = v_6(1+\beta t_6)(1+\psi_6(Pp))$ $\qquad V'_6 = v_6(1+\beta t'_6)(1+\psi_6(Pp'))$

$V_7 = v_7(1+\beta t_7)(1+\psi_7(Pp))$ $\qquad V'_7 = v_7(1+\beta t'_7)(1+\psi_7(Pp'))$

$V_8 = v_8(1+\psi_8(Pp))$ $\qquad V'_8 = v_8(1+\beta t'_8)(1+\psi_8(Pp'))$

Ces sont les formules complètes pour le calcul de $\alpha_{p'}$. Le coëfficient de compression ψ étant une fonction un peu différente pour les diverses parties de l'appareil, on devrait connaître tous ces coefficients pour pouvoir calculer $\alpha_{p'}$ au moyen des formules 11). Mais ces coefficients étant difficiles à déterminer par l'expérience préliminaire, et le calcul théorique de ceux-ci étant plus ou moins arbitraire et toujours très pénible, on peut approximativement poser toutes les fonctions ψ égales entre elles pour le même excès de pression. En effet, on ne commet, par cette approximation, qu'une erreur de second ordre.

En posant $\psi_1 = \psi_2 = \psi_3 = \psi_4 = \psi_5 = \psi_6 = \psi_7 = \psi_8$, on peut supprimer cette fonction dans les expressions de $\alpha_{p'}$ et K.

Les équations 11) peuvent par suite s'écrire:

$$\alpha_{p'} = \frac{\dfrac{V_8}{K\left(\dfrac{V_6}{1+\alpha_p t_6}+\dfrac{V_7}{1+\alpha_p t_7}+V_8\right)-\left(\dfrac{V'_6}{1+\alpha_{p'} t'_6}+\dfrac{V'_7}{1+\alpha_{p'} t'_7}\right)}-1}{t'_8} \qquad 11\text{ bis}$$

où

$$\left.\begin{array}{l} K=\dfrac{\dfrac{V'_3}{1+\alpha_{p'}t'_3}+\dfrac{V'_4}{1+\alpha_{p'}t'_4}+\dfrac{V'_5}{1+\alpha_{p'}t'_5}}{\dfrac{V_1}{1+\alpha_p t_1}+\dfrac{V_2}{1+\alpha_p t_2}+\dfrac{V_3}{1+\alpha_p t_3}+\dfrac{V_4}{1+\alpha_p t_4}+\dfrac{V_5}{1+\alpha_p t_5}} \\ \begin{array}{ll} V_1=v_1(1+\beta t_1) & \\ V_2=v_2(1+\beta t_2) & \\ V_3=v_3(1+\beta t_3) & V'_3=v'_3(1+\beta t'_3) \\ V_4=v_4(1+\beta t_4) & V'_4=v_4(1+\beta t'_4) \\ V_5=v_5(1+\beta t_5) & V'_5=v_5(1+\beta t'_5) \\ V_6=v_6(1+\beta t_6) & V'_6=v_6(1+\beta t'_6) \\ V_7=v_7(1+\beta t_7) & V'_7=v_7(1+\beta t'_7) \\ V_8=v_8 & V'_8=v_8(1+\beta t'_8) \end{array} \end{array}\right\} 11 \text{ bis}$$

Le coëfficient β de dilatation du verre et les volumes étant connus par des expériences préliminaires, et les températures directement observées, on peut calculer $\alpha_{p'}$ au moyen des formules 11 bis. On doit pour cela admettre la valeur connue la plus approchée pour α_p et $\alpha_{p'}$ dans le membre de droite. Les valeurs ainsi déterminées dépendent certainement des valeurs préalablement adoptées. Mais la faute commise par l'adoption d'une même valeur un peu inexacte pour α_p et $\alpha_{p'}$ n'influe pas sensiblement sur le résultat, si l'on rend très petites les variations de la température en dehors de la chaudière. On a dans ce but entouré les ballons C et D de manchons remplis d'eau et on a maintenu d'ailleurs la température de la salle d'étude aussi constante que possible. Pour réduire la faute commise par le fait que la valeur obtenue dépend de la valeur admise pour α dans les membres à droite, il s'agit toujours de trouver une valeur très approchée à la valeur vraie du coëfficient de dilatation du gaz correspondant à la pression en question. C'est pourquoi j'ai adopté, dans le calcul des expériences, le nombre 0,00366254, pour le coëfficient de dilatation de l'hydrogène à la pression initiale de 764,5 mm. C'est le nombre obtenu par M. P. Chappuis pour la pression initiale de 999 mm. La moyenne des résultats ainsi obtenus est employée dans le calcul des expériences faites sous la suivante des pressions employées. La moyenne de ces résultats est à son tour admise pour le calcul des expériences suivantes etc., de manière que la moyenne des résultats des expériences précédentes est toujours employée pour le calcul des expériences suivantes.

La fonction $\varphi(p0)$ étant tout à fait supprimée dans les formules 11) et 11) bis, on peut en tirer la conséquence que la valeur obtenue de $\alpha_{p'}$ ne dé-

pend pas de la loi de Mariotte. La manière dont les formules 1—11 sont déduites, nous a démontré en outre (pag. 11—18) que la valeur obtenue pour $\alpha_{p'}$ est „le coëfficient de dilatation à pression constante" correspondant à la pression p' du gaz échauffé à la température d'ébullition de l'eau.

Les déterminations préliminaires.

Pour le calcul des expériences, on doit, comme on vient de voir, connaître les capacités à zéro des diverses parties de l'appareil, les températures de celles-ci et le coëfficient de dilatation du verre. Ces capacités et ce coëfficient, qui constituent les constantes de l'appareil, sont déterminées par des expériences préliminaires. Les thermomètres $T_1 T_2 T_3 T_4 T_5 T_6 T_7$ employés pour les observations, ont été soumis à une étude particulière.

Détermination du coëfficient de dilatation du verre.

Pour la détermination de ce coëfficient, j'ai fait usage d'un ballon plus petit, qui provenait de la même fabrique et était de la même espèce de verre que les ballons de la chaudière et les tubes du comparateur. Le coëfficient de dilatation du verre du compresseur, qui provenait d'une autre fabrique, est de la même manière déterminé séparément.

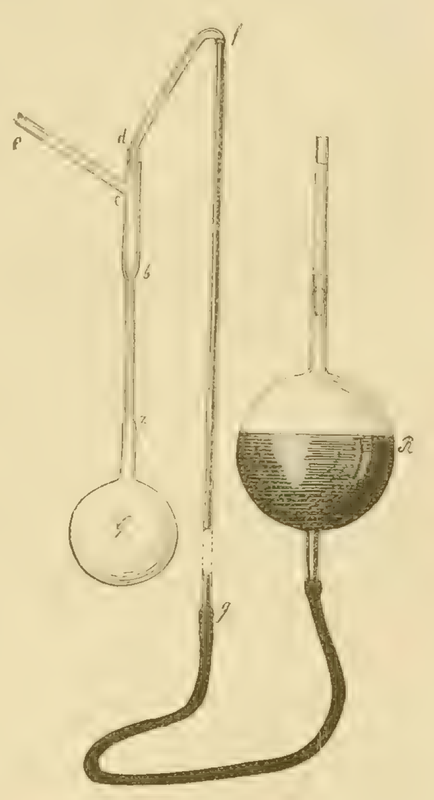


Fig. III.

Le ballon G, dont on avait à déterminer le coëfficient de dilatation, était muni d'un tube capillaire ab (voir fig. III). A l'extrémité b de ce tube était soudé un tube en T bcde, dont le bras ec était mastiqué à la pompe à mercure. Dans l'intérieur de l'autre branche cd de ce tube, on avait mastiqué un tube effilé, ouvert en bas et soudé par le haut au tube dfg, qui est en commu-

nication avec le réservoir R, plein de mercure bien purifié. L'appareil étant desséché en y faisant le vide et en y laissant rentrer de l'air qui avait traversé la boule de dessiccation de la pompe, on commença le remplissage en faisant encore une fois le vide dans l'appareil. Puis on releva le réservoir R jusqu'à ce que le mercure échappât par le tube effilé et remplît la boule G. Quand la boule fut remplie de mercure, on coupa le tube capillaire un peu au-dessous de b. On recourba ce tube deux fois et on effila son extrémité de manière que le tout fit un thermomètre à poids. On échauffa ensuite la boule à une température plus élevée que celle de l'ébullition de l'eau, afin d'en chasser toute trace d'air restant dans le tube capillaire. Puis on le refroidit lentement jusqu'à zéro en maintenant sa pointe toujours plongée dans une capsule pleine de mercure. Quand la boule eut été pendant plusieurs heures enveloppée de neige, on remplaça la capsule pleine de mercure par une capsule vide et on ôta la neige entourant la boule. Puis on échauffa celle dans la chaudière jusqu'à la température d'ébullition de l'eau. On recueillit dans la capsule vide le mercure, qui par le chauffage sortit de la boule. En pesant le mercure sorti et celui qui était resté dans l'appareil, on eut toutes les données nécessaires pour déterminer le coëfficient de dilatation de la boule.

J'ai trouvé par deux expériences les nombres suivants pour le coëfficient de dilatation du verre dans la chaudière:

0,00002752
0,00002704

La moyenne 0,00002728 a été employée pour les parties de l'appareil qui provenaient de la même fabrique.

Pour le coëfficient de dilatation des ballons du compresseur, j'ai trouvé de la même manière les nombres:

0,00002739
0,00002747
0,00002743

dont la moyenne 0,00002743 a été employée pour ces ballons.

Détermination des capacités.

Les capacités des ballons B, C et D ont été déterminées en pesant ces ballons pleins d'eau, dont la température, au moment du mesurage, était

0^0 C, ce qu'on a fait en les maintenant dans neige fondante. En retranchant du résultat les poids des enveloppes et en réduisant les pesées au vide suivant les Tables n:o 3 de Landolt et Börnstein[1]), on trouve les poids de l'eau contenue dans ces ballons au moment du mesurage. Pour obtenir les volumes de cette eau, c'est-à-dire les capacités des ballons, on doit encore multiplier les poids obtenus par le volume d'un gramme d'eau à la température correspondante. J'ai pour ce calcul employé les Tables n:o 12 de Landolt et Börnstein. On trouve ainsi directement les capacités à zéro des ballons B, C et D. Ces sont les volumes, que nous avons nommés v_8, v_4 et v_2. Les capacités de toutes les autres parties de l'appareil ont été déterminées en pesant la quantité de mercure qui, à une température connue, était nécessaire pour les remplir. En réduisant les résultats au vide et en les multipliant par le volume d'un gramme de mercure à la température du mercure au moment du mesurage, on trouve les valeurs de ces capacités à ces températures. Les volumes d'un gramme de mercure sont interpolés des Tables n:o 14 de Landolt et Börnstein. Les aires moyennes des sections transversales des tubes presque cylindriques ff' et gg', sont déterminées de la mainière ordinaire par un jaugeage au mercure.

Toutes les pesées qui surpassaient 200 grammes, on été effectuées à la Monnaie de Finlande. Les autres poids plus petits ont été déterminés au laboratoire de physique de l'Université.

La vérification de la boîte de poids employée est effectuée à la Commission des Poids et Mesures de Finlande.

Voici les résultats de ces déterminations:

v_1 On obtient ce volume en multipliant sa longueur, déterminée par l'observation, par l'aire moyenne à zéro de la section transversale du tube gg'. J'ai trouvé pour cette aire la valeur 0,33709 cm^2 [2]) (log: 0,52775—1).

$v_2 = 256{,}844$ cm^3, log: 2,40967.

$v_3 = 18{,}827$ cm^3, log: 1,27479.

$v'_3 =$ On obtient ce volume en multipliant sa longueur observée par l'aire moyenne à zéro de la section transversale du tube ff'. Pour cette aire j'ai trouvé la valeur 0,34866 cm^2 (log: 0,54240—1).

$v_4 = 708{,}921$ cm^3, log: 2,85059.

---

[1]) Physikalisch-Chemische Tabellen von H. Landolt und R. Börnstein, Berlin 1883.

[2]) Les logarithmes obtenus directement par le calcul de ces constantes ont toujours été employés dans le calcul de $\alpha_{p'}$. On trouve ces logarithmes placés après les nombres correspondants.

$v_5 = 12{,}551$ cm^3, log: 1,09866.
$v_6 = 11{,}436$ cm^3, log: 1,05828.
$v_7 = 1{,}588$ cm^3, log: 0,20085.
$v_8 = 1091{,}267$ cm^3, log: 3,03793.

Études des thermomètres auxiliaires.

Parmi les thermomètres employés, quatre, savoir T_2, T_3, T_4 et T_5, étaient divisés en parties correspondantes à un cinquième de degré. Les distances entre les traits de division étaient cependant assez grandes pour que, avec un peu d'habitude, l'on pût jauger des centièmes de degré. Les autres thermomètres T_1, T_6 et T_7 n'étaient divisés qu'en degrés entiers. J'ai cru pourtant pouvoir jauger des vingtièmes de degrés avec ces thermomètres.

Tous les thermomètres ont été soumis à une étude soigneuse. On observa leurs zéros et on compara ensuite les autres un à un au thermométre T_3 ou T_4, dont on put, les zéros étant connus, déduire les corrections des déterminations faites pour l'expédition polaire finlandaise de 1882—84. On détermina de nouveau les zéros de T_2, T_3 et T_4 et on les compara à une température de 15,^{0} C au thermomètre Tonnelot n:o 4436, dont les corrections à l'echelle normale ont été déterminées à Sèvres, le 13 avril 1886.

On avait ainsi tous les éléments nécessaires pour rapporter aux degrés normaux les températures mesurées aux thermomètres auxiliaires. Les corrections ainsi obtenues varient naturellement avec les zéros. C'est pourquoi on a déterminé les zéros de chaque thermomètre avant et après les expériences, et calculé les corrections pour ces deux moments. J'ai admis les moyennes des corrections ainsi obtenues dans le calcul des expériences.

J'ai ainsi obtenu les corrections suivantes:

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
0	— 0,30	— 0,39	— 0,21	+ 0,19	— 0,17	— 0,42	— 0,20
10^0	— 0,22	— 0,36	— 0,13	+ 0,11	— 0,15	— 0,36	— 0,34
15^0	— 0,39	— 0,35	—	+ 0,14	— 0,18	— 0,39	— 0,26
20^0	— 0,49	— 0,33	— 0,14	+ 0,13	— 0,13	— 0,45	— 0,34
25^0	—	—	—	—	— 0,17	—	— 0,35
30^0	— 0,40	— 0,33	— 0,13	+ 0,16	—	— 043	—
63^0	—	—	—	—	—	—	— 0,66[1])

[1]) Cette correction a été déterminée en comparant le thermomètre T_7 à un autre thermomètre, dont les corrections aux degrés normaux étaient préalablement connues.

Calcul de la température d'ébullition de l'eau.

Afin de pouvoir déterminer la température t'_8, qui est celle de la vapeur d'eau bouillante, on doit connaître la pression atmosphérique au moment de l'observation et l'excès de la pression intérieure de la vapeur sur cette pression. La baromètre dont j'ai fait usage pour la détermination de la pression atmosphérique est marqué: Wild-Fuess n:o 99. Ce baromètre a une correction constante:

$$-0,29$$

et son thermomètre, les corrections suivantes:

0^0	$+0,03$
10^0	$+0,17$
20^0	$+0,13$
30^0	$+0,14$

Ces corrections étant appliquées aux observations au baromètre, on a réduit au moyen des Tables de Schumacher [1]) à la température de zéro la hauteur observée. Il faut ajouter à la hauteur ainsi réduite l'excès de pression mesuré au manomètre à eau, exprimé par la pression du mercure.

Pour obtenir la pression absolue, on doit encore multiplier ce résultat par le coefficient 1,0013112 (log 0,000566), qui représente le rapport de l'accélération de la pesanteur au laboratoire de l'Université de Helsingfors à l'accélération sous 45^0 de latitude et au niveau de la mer [2]). La pression totale et absolue étant connue, on en déduit la température de la vapeur au moyen des Tables des températures d'ébullition de l'eau pure, calculées par M. le Docteur Broch [3]).

[1]) Sammlung von Hülfstafeln von H. C. Schumacher. Herausgegeben von G. H. L. Warnstorff. Altona 1845.

[2]) J'ai calculé ce coefficient suivant la formule

$$\frac{g\varphi_1 H}{g45} = (1 - 0.00259 \cos 2\varphi)(1 - 0,000000196\,H)$$

où φ désigne la latitude de la station et H sa hauteur au-dessus du niveau de la mer (Voir Travaux et Mémoires Tome I A, p. 9. et 43). J'ai admis pour le baromètre employé les valeurs suivantes

$$\varphi = 60^\circ\, 10'\, 11'', 7$$
$$H = 25{,}37 \text{ mètres}$$

qui sont déduites de la carte topographique de Helsingfors, faite par M. l'Ing. Knorring.

[3]) Travaux et Mémoires Tome I, p. 46.

L'excès de la pression intérieure de la vapeur sur la pression atmosphérique a été, comme je l'ai dit, mesuré par un manomètre à eau. On a noté la hauteur de l'eau dans le tube manométrique avant et après l'ébullition de l'eau dans la chaudière. En retranchant la moyenne de ces lectures des lectures faites pendant l'ébullition, on obtient la hauteur d'eau correspondante à l'excès de pression. En réduisant au moyen des Tables n:o 9 de Landolt et Börnstein[1]) cette hauteur à la hauteur correspondante du mercure, on trouve l'excès cherché de la pression intérieure sur la pression atmosphérique, exprimé par la pression du mercure.

Expériences.

L'hydrogène employé dans ces expériences a été préparé par le procédé employé par M. Chappuis dans ses expériences sur le thermomètre à gaz[1]). Le gaz était préparé par l'électrolyse d'une solution de 45 pour 100 d'acide orthophosphorique dans l'eau distillée. Le voltamètre (voir fig. IV) dans lequel s'opérait le dégagement du gaz est cependant un peu différent de celui de M. Chappuis. Il est constitué par un vase à filtrations chaudes V, très haut, contenant la solution. Le tube en verre T, ouvert en bas, est plongé dans cette solution. Ce tube est, de la manière indiquée dans la figure, muni d'une électrode de platine N, dont le fil entouré de verre pénètre la solution. La partie supérieure du tube T conduit dans une grand bouteille où l'hydrogène est recueilli sur de l'eau distillée, privée d'air par ébullition. Une deuxième bouteille, reliée à la première par un tuyau de caoutchouc, reçoit l'eau remplacée par l'hydrogène. L'électrode positive P est directement plongée dans la solution, par suite de quoi l'oxygène peut s'échapper librement.

La décomposition de l'eau dans le voltamètre était produite par un courant de 3 à 4 ampères. Pour diminuer le chauffage de la solution sous l'influence du courant, on avait entouré le vase V d'un autre vase plus large contenant de l'eau dont la température était maintenue très basse pendant toute la décomposition. La solution s'échauffait cependant quelque fois jusque vers 50 C.

Pour dessécher l'hydrogène et chasser complètement l'air renfermé dans l'appareil, on établit la communication entre toutes les parties de l'appareil et

---

[1]) l. c.

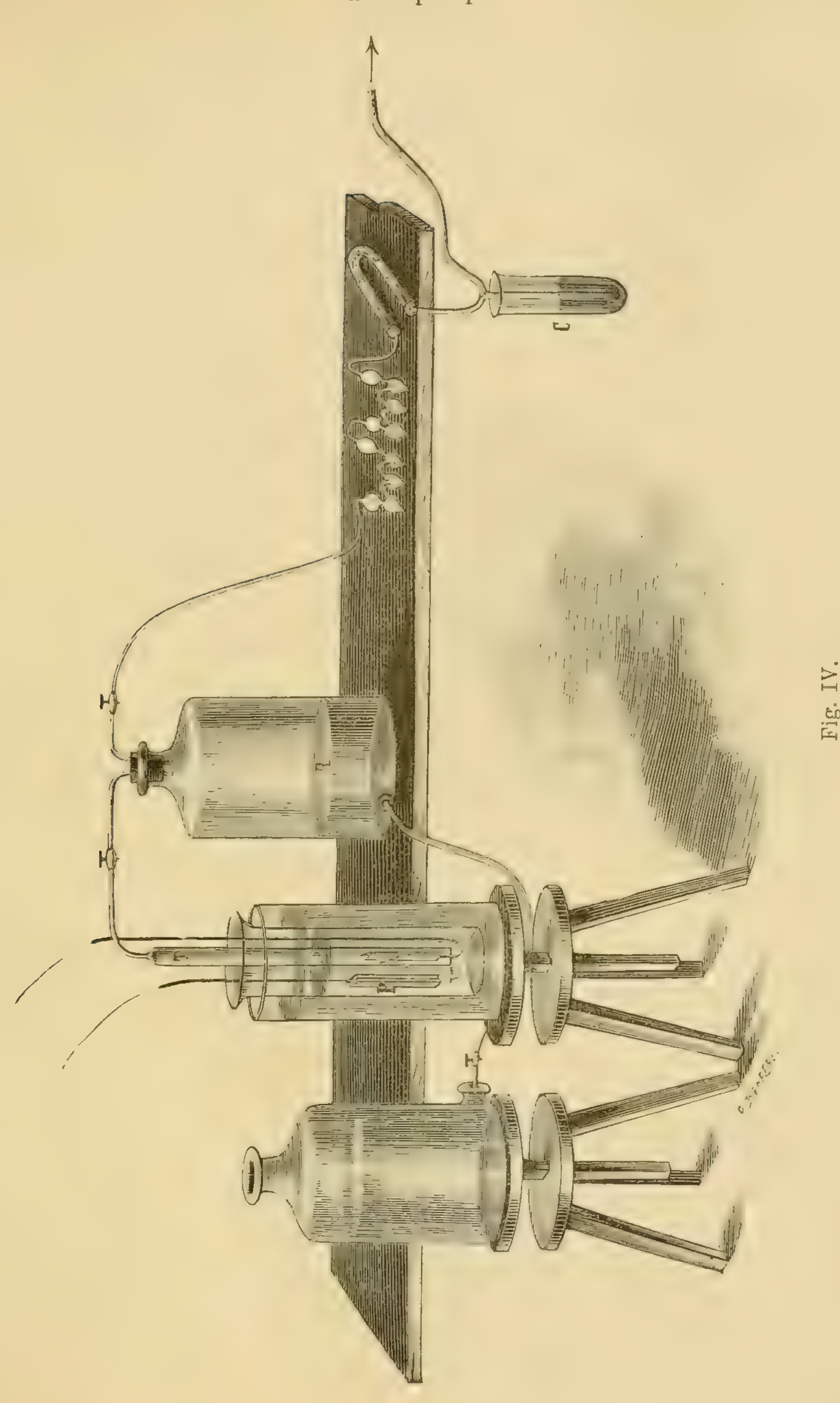


Fig. IV.

on fit 15 fois le vide en laissant rentrer de l'hydrogène qui avait traversé deux flacons laveurs contenant une solution concentrée de potasse caustique et un tube en U horizontal, renfermant de l'acide phosphorique anhydre. Avant de la conduire dans l'appareil, on faisait encore passer le gaz rentrant par la boule de dessiccation de la pompe à mercure qui aussi contenait de l'acide phosphorique anhydre. Le clapet à mercure C (fig. IV) permet au gaz chassé de l'appareil de s'échapper.

Les valeurs renfermées dans le tableau suivant sont tirées de ces observations au moyen des formules 11) bis. On trouve dans la troisième colonne les valeurs obtenues pour α en combinant les moyennes des observations à zéro d'un jour avec les moyennes des observations à 100^0 du même jour ou d'un autre jour pendant lequel les masses du gaz à gauche et à droite du comparateur ont été les mêmes que le jour en question. J'ai, autant que possible, combiné toutes ces moyennes successivement les unes avec les autres, de manière que chaque moyenne des observations à zéro a été combinée séparément avec les moyennes des observations précédentes et suivantes à 100^0. La moyenne des dernières observations à 100^0 a enfin été combinée avec la moyenne des premières observations à zéro. La quatrième colonne renferme les moyennes par pression des résultats ainsi obtenus et la cinquième colonne, les erreurs probables des valeurs de la quatrième colonne.

On a admis les valeurs moyennes de α correspondant à la pression précédente pour le calcul du membre de droite des équations 11) bis. Les observations correspondantes à la pression initiale sont calculées en employant la valeur 0,003651832 pour α.

Pression à zéro = p mm.	Pression calculée à 100^0 = p' mm.	Date 1890.		Valeur obtenue de $\alpha_{p'}$.	Moyenne par pression.	Erreur probable de la moyenne par pression.
764,5	1043,6	Mars 16	0^0			
				0,00364950		
		16	100^0			
				0,00364975		
		17	0^0			
				0,00365108		
		17	100^0			
				0,00365083		
		18	0^0			
				0,00365067		
		18	100^0			
				0,00365066	0,0036504	$\pm$ 0,0000002
		16	0^0			

Pression à zéro = p mm.	Pression calculée à 100° = p' mm.	Date 1890.		Valeur obtenue de $\alpha_{p'}$.	Moyenne par pression.	Errreur probable de la moyenne par pression.
351,7	480,1	Mars 19	0°	0,00365250		
		19	100°	0,00365158		
		20	0°	0,00365158		
		20	100°	0,00365158		
		21	0°	0,00365142		
		21	100°	0,00365233	0,0036518	± 0,0000001
		19	0°			
191,0	260,8	22	0°	0,00365583		
		22	100°	0,00365483		
		23	0°	0,00365442		
		23	100°	0,00365442		
		24	0°	0,00365392		
		24	100°	0,00365483	0,0036547	± 0,0000002
		22	0°			
111,7	152,5	25	0°	0,00365566		
		25	100°	0,00365408		
		26	0°	0,00365342		
		26	100°	0,00365342		
		27	0°	0,00365517		
		27	100°	0,00365708	0,0036548	± 0,0000004
		25	0°			
48,4	66,2	28	0°	0,00366033		
		28	100°	0,00366125		
		29	0°	0,00365908		
		29	100°	0,00366150		
		30	0°	0,00365917		
		30	100°	0,00365567	0,0036595	± 0,0000006
		28	0°			

Pression à zéro = p mm.	Pression calculée à 100° = p′ mm.	Date 1890.		Valeur obtenue de $\alpha_{p'}$.	Moyenne par pression.	Erreur probable de la moyenne par pression.
20,1	27,4	Mars 31	0°			
		31	100°	0,00367750		
		Avril 1	0°	0,00364500		
		1	100°	0,00367500		
		Mars 31	0°	0,00370717		
		Avril 2	0°			
		2	100°	0,00366600	0,0036721	± 0,0000022
9,3	12,8	3	0°			
		3	100°	0,00370425		
		4	0°	0,00370646		
		4	100°	0,00370664		
		5	0°	0,00369717		
		5	100^5	0,00368958		
		3	0°	0,00369708	0,0037002	± 0,0000019

Influence de la compression des diverses parties de l'appareil. On peut faire le calcul suivant pour déterminer l'influence de ma supposition (pag. 17) que toutes les fonctions ψ (P_p) seraient égales entre elles. En négligeant la compression de tous les tubes, ce qui n'exerce pas une influence sensible sur les résultats, on peut calculer séparément les valeurs de la fonction ψ pour les trois ballons sphériques B, C et D.

On a pour la dilatation cubique par pression d'une enveloppe sphérique l'expression[1]):

$$\psi(Pp) = k \frac{r_0^3 p - r_1^3 P}{r_1^3 - r_0^3}$$

où p est la pression (exprimée en atmosphères) éprouvée à la surface intérieure de l'enveloppe,

P la pression (exprimée en atmosphères) éprouvée à la surface extérieure de l'enveloppe.

[1]) Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité des corps solides, par M. G. Lamé. 2:e édition. Paris Gauthier-Villars 1866, page 212. On trouve là la valeur de Θ qui est identique à notre fonction ψ.

r_0 le rayon intérieur de l'enveloppe
r_1 „ „ extérieur „ „
k „ coefficient de compressibilité cubique.

J'ai trouvé par un calcul se basant sur des mesures diverses les valeurs suivantes pour les rayons des ballons B, C et D:

	B	C	D
r_0	3,9 cm.	5,5 cm.	6,3 cm.
r_1	4,1 „	5,7 „	6,5 „

En acceptant la valeur 0,000179 de k, obtenue par M. Wertheim pour un vase cylindrique en verre, on peut calculer approximativement les valeurs de $\psi_2(Pp)$, $\psi_4(Pp)$, $\psi_8(Pp)$, $\psi_2(Pp')$, $\psi_4(Pp')$ et $\psi_8(Pp')$ correspondantes aux pressions quelques P, p, p'.

En effet $P = p = 1$ atmosphère et $p' = 1043{,}6$ mm. $= 1{,}365$ atm. sont les plus hautes pressions employées (voir le 16—18 mars).

Pour celles-ci on obtient:

$$\psi_2(Pp) = 0, \qquad \psi_4(Pp) = 0, \qquad \psi_8(Pp) = 0,$$
$$\psi_2(Pp') = 0{,}00010, \quad \psi_4(Pp') = 0{,}00017, \quad \psi_8(Pp') = 0{,}00021$$

Pour les plus basses pressions employées (voir le 3—5 avril), on obtient:

$P =$ atm., $p = 8{,}3$ mm $= 0{,}0122$ atm. et $p' = 12{,}8$ mm. $= 0{,}0168$ atm.

On obtient de la même manière:

$$\psi_2(Pp) = -0{,}00127, \quad \psi_4(Pp) = -0{,}00174, \quad \psi_8(Pp) = -0{,}00198$$
$$\psi_2(Pp') = -0{,}00125, \quad \psi_6(Pp') = -0{,}00173, \quad \psi_8(Pp') = -0{,}00197$$

On peut maintenant calculer la valeur de $\alpha_{p'}$ au moyen des formules complètes 11), en négligeant les fonctions ψ_1, ψ_3, ψ_5, ψ_6, ψ_7, qui n'influent pas sensiblement sur les résultats.

J'ai fait ce calcul pour le 16 mars et trouvé la valeur 0,0036510 pour α correspondante à la pression de 1043,6 mm. au lieu de la valeur 0,0036495, trouvée au moyen des formules 11 bis. On trouve de la même manière pour le 3 avril la valeur 0,00368825 correspondante à la pression de 11,8 mm. au lieu de 0,00370425 qui est trouvée au moyen des formules 11) bis. Ces valeurs sont, il est vrai, un peu différentes des valeurs moyennes obtenues en supposant toutes les fonctions ψ égales entre-elles, mais on trouve cependant parmi les valeurs obtenues des nombres qui s'écartent presque autant de la moyenne. On voit par cela que cette supposition n'a pas provoqué l'augmentation con-

stante de α à mesure que la pression diminue. La valeur de k, 0,000179, étant trouvée pour un vase cylindrique en verre, peut-être d'autre espèce, que les ballons B, C et D, je n'ai pas voulu l'employer dans le calcul définitif des valeurs de α. J'espère cependant trouver encore l'occasion de déterminer la valeur de k pour tous ces trois ballons.

Influence de la valeur admise pour le coefficient de dilatation du gaz. J'ai déterminé de la manière suivante cette influence pour les expériences faites avec l'appareil modifié:

Supposons, pour simplifier le calcul, que toutes les parties de l'appareil en dehors de la chaudière fussent maintenues à zéro au moment où le réservoir B était entouré de neige, et que toutes ces températures se fussent augmentées de t degrés au moment où ce réservoir était entouré de vapeur. On a ainsi simplifié le calcul sans diminuer l'influence de la valeur admise pour α.

On obtient, après ces simplifications, au lieu des formules 11 bis:

$$t'_8\alpha_{p'} = \frac{v_8(1+kt'_8)}{K(v_6+v_7+v_8) - \frac{1+kt}{1+\alpha_{p'}t}(v_6+v_7)} - 1$$

$$K = \frac{\frac{1+kt}{1+\alpha_{p'}t}(v'_3+v_4+v_5)}{v_1+v_2+v_3+v_4+v_5}$$

En admettant $v_1 = 3\ cm^3$ et $v'_3 = 15\ cm^3$, on obtient:

$$\begin{aligned} v_6+v_7+v_8 &= v = 1104{,}291\ cm^3 \\ v_6+v_7 &= v - v_8 = 13{,}024\ cm^3 \\ v_1+v_2+v^3+v_4+v_5 &= V = 1000{,}143\ cm^3 \\ v'_3+v_4+v_5 &= V' = 721{,}472\ cm^3 \end{aligned}$$

On a donc

$$t'_8\alpha_{p'} = \frac{v_8(1+kt'_8)}{(1+kt)\left(\frac{V'}{V}v - v + v_8\right)}(1+\alpha_{p'}t) - 1$$

On trouve en différentiant les deux membres:

$$t'_8 d\alpha_{p'} = \frac{v_8(1+kt_8)}{(1+kt)\left(\frac{V'}{V}v - v + v_6\right)} t d\alpha_{p'}$$

En donnant aux constantes v, V, V', v'_8 et k leurs valeurs correspondantes et en posant $t'_8 = 100^0$, on obtient la relation:

$$d\alpha_{p'} = 0{,}014 \frac{t}{1 + kt} d\alpha_{p'}$$

Supposons que l'augmentation t de la température pendant l'expérience soit de deux degrés, ce qui est une valeur très forte pour les ballons C et D, dont l'influence à ce point de vue est presque négligeable. On trouve par cette supposition la relation

$$d\alpha_{p'} = 0{,}028 d\alpha_{p'}.$$

C'est-à-dire, en admettant une valeur de α dont l'erreur est de 0,000002, qu'on introduit dans le résultat une erreur de 0,000000056, ou en admettant une valeur dont l'erreur est de 0,000005, l'erreur commise est de 0,00000014.

Ces erreurs sont moindres que les erreurs probables des moyennes.

On pourrait encore objecter à mes expériences qu'une différence de hauteur des pointes noires aurait provoqué les augmentations des valeurs de α à mesure que la pression diminue. Je veux répondre à cette objection seulement que:

1:o l'installation des pointes noires à été faite avec la plus grand acuratesse de la manière indiquée pag. 8 et on l'a contrôlée plusieurs fois.

2:o l'erreur commise par cette installation ne peut pas être plus grande que l'erreur commise par chaque installation avant les observations. Mais ces erreurs ne provoquant pas des variations plus grandes que celles indiquées pag. 3—4 et 26—28 on peut en conclure que l'erreur commise par l'installation préliminaire ne peut pas plus influer sur les résultats.

Il ressort donc des expériences dont je viens de rapporter les résultats, que le coëfficient de dilatation de l'hydrogène augmente à mesure que la pression diminue, au moins entre les pressions de 1043,6 mm et de 12,8 mm. Je crois qu'on doit conclure de là que le coëfficient de dilatation de ce gaz diminue avec la pression jusqu'à une certaine pression plus grande que 1 atmosphère, passé laquelle il augmente à mesure, que la pression diminue.

Journal des observations.

Avant (a) ou après (b) le règlement des pressions.		Pression à zéro	Date.	Thermomètres							Manomètre.	Baromètre.	Thermomètre du baromètre.	Niveau du mercure dans les tubes:	
		mm.		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7				gg'	ff'
à zéro	a	764,5	16/3	16,15	15,27	16,09	15,29	16,35	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,30	15,27	16,35	15,30	16,80	16,80	16,80	—	—	—	2,50	—
	a			16,20	15,27	16,20	15,30	16,47	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,25	15,28	16,34	15,30	16,79	16,85	16,80	—	—	—	2,61	—
	a			16,20	15,28	16,19	15,31	16,45	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,30	15,29	16,38	15,31	16,89	16,95	16,80	—	—	—	2,69	—
	a			16,30	15 29	16,33	15,32	16,63	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,45	15,29	16,45	15,32	17,01	16,95	16,80	(41,3)	—	—	2,75	—
à 100°	a			—	—	16,89	15,56	17,00	—	—	—	764,76	14,30	—	—
	b			—	—	17,23	15,58	17,81	20,0	67,9	70,2	—	—	—	43,48
	a			—	—	17,09	15,60	17,39	—	—	—	764,78	14,50	—	—
	b			—	—	17,19	15,60	17,61	20,0	64,8	70,4	—	—	—	43,66
	a			—	—	17,13	15,62	17,37	—	—	—	764,84	14,60	—	—
	b			—	—	17,32	15,63	17,94	20,05	64,2	70,6	—	—	—	43,99
	a			—	—	17,20	15,68	17,50	—	—	—	764,79	14,65	—	—
	b			—	—	17,40	15,69	18,06	20,25	63,9	70,9	—	—	—	44,34
				—	—	—	—	—	—	—	(41,5)	764,64	14,65	—	—
à zéro	a	”	17/3	16,35	14,99	16,31	15,10	16,44	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,50	15,00	16,59	15,10	17,13	17,5	16,5	—	—	—	0,58	—
	a			16,50	15,01	16,46	15,16	16,75	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,60	15,02	16,68	15,17	17,27	17,45	16,5	—	—	—	0,89	—
	a			16,70	15,03	16,62	15,18	16,99	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,75	15,04	16,74	15,19	17,21	17,25	16,6	—	—	—	1,08	—
	a			16,65	15,05	16,59	15,20	16,95	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,75	15,06	16.78	15,20	17,41	17,20	16,8	(42,5)	—	—	1,37	—
à 100°	a			—	—	17,46	15,75	17,60	—	—	—	763,52	15,45	—	—
	b			—	—	17,61	15,76	17,95	20,8	59,3	71,5	—	—	—	44,98
	a			—	—	17,58	15,80	17,77	—	—	—	766,37	15,60	—	—
	b			—	—	17,80	15,81	18,44	20,9	59,0	72,0	—	—	—	45,50
	a			—	—	17,65	15,87	17,96	—	—	—	763,39	15,65	—	—
	b			—	—	17,83	15,88	18,34	21,0	59,2	72,3	—	—	—	45,97
	a			—	—	17,73	15,96	18,00	—	—	—	763,40	15,70	—	—
	b			—	—	17,82	15,97	18,21	21,1	58,5	72,8	—	—	—	46,45
				—	—	—	—	—	—	—	(43,0)	763,34	15,70	—	—
à zéro	a	”	18/3	16,30	15,43	16,19	15,56	16,39	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,40	15,43	16,53	15,56	17,30	17,05	17,00	—	—	—	4,89	—
	a			16,35	15,43	16,28	15,57	16,56	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,50	15,43	16,55	15,57	17,27	17,10	17,10	—	—	—	4,98	—
	a			16,70	15,44	16,53	15,57	17,00	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,80	15,44	16,66	15,57	17,57	17,10	17,20	—	—	—	5,07	—
	a			16,70	15,44	16,58	15,58	17,00	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,70	15,44	16,68	15,58	17,40	17,20	17,30	(44,0)	—	—	5,16	—

Avant (a) ou après (b) le réglement des pressions.		Pression à zéro. mm.	Date.	Thermomètres T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	Manomètre.	Baromètre.	Thermomètre du baromètre.	Niveau du mercure dans les tubes: gg'	ff'
à 100°	a	764,5	18/3	—	—	17,58	15,82	17,60	—	—	—	761,93	14,90	—	—
	b			—	—	17,68	15,84	18,08	20,7	58,1	72,5	—	—	—	46,19
	a			—	—	17,58	15,92	17,67	—	—	—	761,81	15,10	—	—
	b			—	—	17,72	15,94	18,13	20,7	58,5	73,1	—	—	—	46 50
	a			—	—	17,60	16,00	17,77	—	—	—	761,95	15,25	—	—
	b			—	—	17,77	16,00	18,24	20,7	58,6	73,5	—	—	—	47,02
	a			—	—	17,65	16,03	17,83	—	—	—	761,85	15,40	—	—
	b			—	—	17,78	16,04	18,22	20,8	58,9	73,8	—	—	—	47,42
				—	—	—	—	—	—	—	(44,2)	761,87	15,45	—	—
à zéro	a	351,7	19/3	16,35	15,49	16,29	15,45	16,49	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,50	15,49	16,55	15,45	17,00	17,10	17,20	—	—	—	8,10	—
	a			16,50	15,49	16,40	15,45	16.63	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,60	15,50	16,61	15,45	17,17	17,10	17,30	—	—	—	8,19	—
	a			16,55	15,50	16,56	15,45	16.87	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,70	15,51	16,65	15,45	17,29	17,20	17,40	—	—	—	8,22	—
	a			16,55	15,52	16,49	15,45	16,80	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,65	15,53	16,69	15,45	17,29	17,30	17,40	(45,2)	—	—	8,24	—
à 100°	a			—	—	17,18	15,63	17,36	—	—	—	762,62	14,45	—	—
	b			—	—	17,32	15,65	17,74	20,50	64,0	71,5	—	—	—	47,09
	a			—	—	17,25	15,70	17,47	—	—	—	762,70	14,70	—	—
	b			—	—	17,40	15,72	17,89	20,60	64,0	72,1	—	—	—	47,35
	a			—	—	17,35	15,79	17,58	—	—	—	762,69	14,80	—	—
	b			—	—	17,57	15,79	18,20	20,60	65,0	71,9	—	—	—	47,81
	a			—	—	17,42	15,81	17,67	—	—	—	762,68	14,80	—	—
	b			—	—	17,56	15,82	18,03	20,70	65,0	72,3	—	—	—	48,12
				—	—	—	—	—	—	—	(45,5)	762.72	14,90	—	—
à zéro	a	"	20/3	15,95	15,15	15,78	15,09	16,02	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,05	15,15	16,01	15,09	16,54	16,45	15,90	—	—	—	4,42	—
	a			16,00	15,15	15,92	15,09	16,18	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,05	15,15	16,04	15,09	16,58	16,45	16,00	—	—	—	4,43	—
	a			16,05	15,15	15,95	15,09	16,21	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,20	15,15	16,14	15,09	16,65	16,45	16,00	—	—	—	4,46	—
	a			16,10	15,16	16,03	15,09	16,43	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,15	15,16	16,18	15,09	16,73	16,45	16,00	(46,2)	—	—	4,50	—
à 100°	a			—	—	16,46	15,20	16,70	—	—	—	763,72	14,00	—	—
	b			—	—	16,62	15,20	17,06	20,0	60,0	72,4	—	—	—	43,41
	a			—	—	16,58	15,23	16,80	—	—	—	763,70	14,05	—	—
	b			—	—	16,72	15,23	17,21	20,0	61,5	72,6	—	—	—	43,71
	a			—	—	16,68	15,26	16,98	—	—	—	763,69	14,30	—	—
	b			—	—	16,80	15,27	17,34	20,1	61,3	75,2	—	—	—	43,90
	a			—	—	16,76	15,31	17,05	—	—	—	763,65	14,45	—	—
	b			—	—	16,98	15,33	17,60	20,1	61,2	75,9	—	—	—	44,28
				—	—	—	—	—	—	—	(47,0)	763,61	14,45	—	—

	Avant (a) ou après (b) le réglement des pressions.	Pression à zéro	Date	Thermomètres							Manomètre.	Baromètre.	Thermomètre du baromètre.	Niveau du mercure dans les tubes:	
		mm.		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7				gg'	ff'
à zéro	a	351,7	21/3	16,05	14,97	15,78	14,79	16,00	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,15	14,97	16,00	14,79	16,54	16,70	17,0	—	—	—	1,79	—
	a			16,20	14,98	15,86	14,81	16,15	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,25	14,99	16,10	14,82	16,63	16,75	17,0	—	—	—	2,07	—
	a			16,25	14,99	16,03	14,82	16,39	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,35	15,00	16,19	14,83	16,75	16,85	17,1	—	—	—	2,20	—
	a			16,30	15,00	16,09	14,83	16,48	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,45	15,01	16,27	14,83	17,12	16,90	17,2	(47,7)	—	—	2,37	—
à 100°	a			—	—	17,00	15,18	17,24	—	—	—	763,98	14,50	—	—
	b			—	—	17,16	15,19	17,73	20,20	59,0	74,2	—	—	—	43,39
	a			—	—	17,13	15,22	17,40	—	—	—	763,88	14,85	—	—
	b			—	—	17,22	15,23	17,69	20,25	59,5	74,6	—	—	—	43,77
	a			—	—	17,18	15,27	17,46	—	—	—	763,86	14,95	—	—
	b			—	—	17,28	15,28	17,80	20,35	59,8	75,8	—	—	—	44,10
	a			—	—	17,23	15,33	17,53	—	—	—	763,83	15,05	—	—
	b			—	—	17,34	15,34	17,75	20,40	59,7	76,5	—	—	—	44,50
				—	—	—	—	—	—	—	(47,9)	763,82	15,05	—	—
à zéro	a	191,0	22/3	15,90	15,02	15,67	14,99	15,85	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,00	15,02	15,87	14,99	16,41	16,40	15,7	—	—	—	3,48	—
	a			16,00	15,02	15,79	14,99	16,05	—	—	-	—	—	—	—
	b			16,05	15,03	15,95	14,99	16,40	16,40	15,7	—	—	—	3,53	—
	a			16,00	15,03	15,80	15,00	16,06	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,05	15,03	15,95	15,00	16,58	16,45	15,7	—	—	—	3,55	—
	a			16,05	15,04	15,86	15,00	16,18	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,15	15,04	16,00	15,00	16,60	16,45	15,7	(49,0)	—	—	3,61	—
à 100°	a			—	—	16,40	15,08	16,63	—	—	—	760,22	14,65	—	—
	b			—	—	16,67	15,09	17,21	19,85	56,0	79,0	—	—	—	42,92
	a			—	—	16,62	15,14	16,91	—	—	—	760,17	14,90	—	—
	b			—	—	16,80	15,15	17,39	19,85	57,5	79,5	—	—	—	43,13
	a			—	—	16,77	15,17	17,09	—	—	—	760,25	15,05	—	—
	b			—	—	16,93	15,19	17,54	19,85	58,0	79,5	—	—	—	43,58
	a			—	—	16,85	15,20	17,21	—	—	—	760,26	15,10	—	—
	b			—	—	17,00	15,21	17,55	19,85	58,4	79,8	—	—	—	43,89
				—	—	—	—	—	—	—	(49,1)	760,31	15,15	—	—
à zéro	a	"	23/3	15,10	14,78	15,75	14,62	16,18	—	—	—	—	—	—	—
	b			15,15	14,79	15,95	14,62	16,82	16,50	16,25	—	—	—	0,00	—
	a			15,25	14,80	15,95	14,63	16,46	—	—	—	—	—	—	—
	b			15,35	14,81	16,08	14,63	16,83	16,65	16,25	—	—	—	0,12	—
	a			15,30	14,82	16,00	14,64	16,49	—	—	—	—	—	—	—
	b			15,45	14,83	16,16	14,65	16,93	16,75	16,25	—	—	—	0,31	—
	a			15,50	14,83	16,04	14,66	16,60	—	—	—	—	—	—	—
	b			15,55	14,84	16,19	14,67	17,00	16,80	16,25	(49,8)	—	—	0,55	—

Avant (a) ou après (b) le règlement des pressions	Pression à zéro	Date.	Thermomètres.							Manomètre.	Baromètre.	Thermomètre du baromètre.	Niveau du mercure dans les tubes.	
	mm.		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7				gg'	ff'
à 100° a	191,0	23/3	—	—	16,75	14,94	16,86	—	—	—	759,76	14,80	—	—
b			—	—	16,95	14,95	17,45	20,00	60,2	78,8	—	—	—	41,91
a			—	—	16,91	14,98	17,18	—	—	—	759,78	15,05	—	—
b			—	—	17,03	15,00	17,60	20,10	59,0	79,5	—	—	—	42,52
a			—	—	17,00	15,00	17,33	—	—	—	759,72	15,05	—	—
b			—	—	17,10	15,01	17,60	20,30	59,5	79,5	—	—	—	42,74
a			—	—	17,01	15,07	17,32	—	—	—	759,69	15,05	—	—
b			—	—	17,17	15,08	17,59	20,40	59,3	79,3	—	—	—	43,18
			—	—	—	—	—	—	—	(50,1)	759,55	15,05	—	—
à zéro a	"	24/3	15,40	15,45	16,19	15,39	16,38	—	—	—	—	—	—	—
b			15,45	15,45	16,37	15,39	16,78	17,50	17,20	—	—	—	7,40	—
a			15,50	15,45	16,30	15,40	16,56	—	—	—	—	—	—	—
b			15,60	15,45	16,45	15,40	17,00	17,50	17,30	—	—	—	7,39	—
a			15,55	15,46	16,39	15,40	16,73	—	—	—	—	—	—	—
b			15,70	15,46	16,57	15,40	17,15	17,50	17,30	—	—	—	7,43	—
a			15,70	15,46	16,42	15,41	16,77	—	—	—	—	—	—	—
b			15,80	15,46	16,61	15,41	17,18	17,50	17,40	(51,0)	—	—	7,50	—
à 100° a			—	—	17,07	15,64	17,29	—	—	—	756,71	14,45	—	—
b			—	—	17,25	15,65	17,70	20,60	58,3	79,5	—	—	—	47,90
a			—	—	17,18	15,74	17,41	—	—	—	756,74	14,60	—	—
b			—	—	17,40	15,75	17,86	20,60	60,0	80,5	—	—	—	48,41
a			—	—	17,33	15,79	17,64	—	—	—	756,79	14,75	—	—
b			—	—	17,43	15,80	17,87	20,65	61,5	81,0	—	—	—	48,65
a			—	—	17,39	15,82	17,67	—	—	—	756,80	14,75	—	—
b			—	—	17,55	15,83	17,99	20,70	62,0	81,0	—	—	—	49,00
			—	—	—	—	—	—	—	(51,1)	756,82	14,78	—	—
à zéro a	111,17	25/3	16,40	15,64	16,20	15,62	16,32	—	—	—	—	—	—	—
b			16,50	15,64	16,40	15,62	16,97	7,00	16,50	—	—	—	10,91	—
a			16,45	15,64	16,35	15,61	16,61	—	—	—	—	—	—	—
b			16,50	15,64	16,43	15,61	17,00	17,00	16,50	—	—	—	10,83	—
a			16,40	15,63	16,22	15,60	16,43	—	—	—	—	—	—	—
b			16,50	15,63	16,44	15,60	16,88	17,00	16,50	—	—	—	10,44	—
a			16,50	15,63	16,35	15,60	16,62	—	—	—	—	—	—	—
b			16,65	15,63	16,52	15,60	17,07	17,00	16,50	(46,8)	—	—	10,59	—
à 100° a			—	—	16,86	15,64	17,18	—	—	—	756,90	14,30	—	—
b			—	—	16,99	15,65	17,32	20,10	57,6	74,5	—	—	—	48,43
a			—	—	17,06	15,68	17,38	—	—	—	756,93	14,80	—	—
b			—	—	17,17	15,69	17,58	20,20	58,0	75,0	—	—	—	48,62
a			—	—	17,18	15,75	17,43	—	—	—	756,94	15,00	—	—
b			—	—	17,23	15,75	17,60	20,50	58,4	75,2	—	—	—	48,89
a			—	—	17,22	15,77	17,49	—	—	—	756,90	15,05	—	—
b			—	—	17,38	15,79	17,80	20,70	58,7	75,9	—	—	—	49,28
			—	—	—	—	—	—	—	(47,0)	756,92	15,05	—	—

Avant (a) ou après (b) le règlement des pressions		Pression à zéro.	Date.	Thermomètres.							Manomètre.	Baromètre.	Thermomètre du baromètre.	Niveau du mercure dans les tubes	
		mm.		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7				gg'	ff'
à zéro	a	111,7	26/3	15,95	15,01	15,78	14,90	15,95	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,05	15,01	16,00	14,90	16,48	16,70	15,80	—	—	—	3,75	—
	a			16,10	15,01	15,95	·4 91	16,21	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,15	15,01	16,06	14,91	16,50	16,75	15,90	—	—	—	3,73	—
	a			16,10	15,02	15,93	14,93	16,18	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,25	15,03	16,17	14,94	16,77	16,80	15,90	—	—	—	3,87	—
	a			16,20	15,04	16,03	14,96	16,40	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,35	15,04	16,20	14,97	16,75	16,85	16,00	(47,3)	—	—	3,94	—
à 100°	a			—	—	17,50	15,37	17,75	—	—	—	757,16	14,80	—	—
	b			—	—	17,72	15,39	18,15	21,00	63,2	79,0	—	—	—	46,46
	a			—	—	17,77	15,42	17,99	—	—	—	757,19	14,95	—	—
	b			—	—	17,89	15,44	18,20	21,00	59,8	79,2	—	—	—	47,00
	a			—	—	17,86	15,50	18,09	—	—	—	757,24	15,00	—	—
	b			—	—	17,95	15,50	18,23	21,00	60,4	79,0	—	—	—	47,54
	a			—	—	17,87	15,56	18,15	—	—	—	757,14	15,00	—	—
	b			—	—	18,05	15,58	18,57	21,00	58,2	79,5	—	—	—	47,91
				—	—	—	—	—	—	—	(48,0)	757,15	15,00	—	—
à zéro	a	"	27/3	16,70	15,78	16,55	15,83	16,61	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,75	15,78	16,71	5,83	17,01	17,35	17,45	—	—	—	12,46	—
	a			16,75	15,78	16,61	15,83	16,82	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,90	15,78	16,79	15,83	17,21	17,40	17,50	—	—	—	12,48	—
	a			16,75	15,78	16,73	15,84	16,97	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,90	15,78	16,84	15,84	17,29	17,45	17,60	—	—	—	12,55	—
	a			16,85	15,79	16,78	15,85	17,04	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,95	15,79	16,91	15,86	17,38	17,50	17,65	(48,8)	—	—	12,70	—
à 100°	a			—	—	17,72	16,15	17,84	—	—	—	753,60	14,65	—	—
	b			—	—	17,78	16,16	17,96	21,00	60,0	79,5	—	—	—	52,69
	a			—	—	17,77	16,19	17,89	—	—	—	753,62	14,85	—	—
	b			—	—	17,89	16,20	18,24	21,00	59,7	80,0	—	—	—	52,80
	a			—	—	17,89	16,21	18,04	—	—	—	753,64	14,90	—	—
	b			—		18,00	16,23	18,36	21,10	60,5	80,0	—	—	—	52,89
	a			—	—	17,98	16,25	18,15	—	—	—	753,59	15,05	—	—
	b			—	—	18,03	16,25	18,37	21,20	60,8	80,5	—	—	—	53,00
				—	—	—	—	—	—	—	(49,2)	753,59	15,05	—	—
à zéro	a	48,4	28/3	16,75	15,89	16,59	15,94	16,78	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,85	15,89	16,78	15,95	17,20	17,30	17,10	—	—	—	10,41	—
	a			16,90	15,89	16,73	15,95	17,00	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,95	15,89	16,82	15,95	17,36	17,35	17,15	—	—	—	10,53	—
	a			16,90	15,89	16,65	15,95	16,97	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,95	15,89	16,81	15,95	16,28	17,45	17,20	—	—	—	10,62	—
	a			16,90	15,90	16,73	15,95	17,00	—	—	—	—	—	—	—
	b			17,00	15,90	16,95	15,95	17,45	17,50	17,25	(50,0)	—	—	10,80	—

Avant (a) ou après (b) le règlement des pressions.		Pression à zéro mm.	Date.	Thermomètres T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆	T₇	Manomètre.	Baromètre.	Thermomètre du baromètre.	Niveau du mercure dans les tubes gg'	ff'
à 100°	a	48,4	28/3	—	—	17,38	16,05	17,56	—	—	—	749,70	15,05	—	—
	b			—	—	17,52	16,06	17,95	20,80	58,9	80,0	—	—	—	49,63
	a			—	—	17,49	16,09	17,70	—	—	—	749,76	15,30	—	—
	b			—	—	17,62	16,10	18,15	20,80	59,0	80,0	—	—	—	49,90
	a			—	—	17,58	16,15	17,83	—	—	—	749,78	15,35	—	—
	b			—	—	17,74	16,16	18,21	20,80	58,9	78,0	—	—	—	50,19
	a			—	—	17,61	16,19	17,93	—	—	—	749,84	15,50	—	—
	b			—	—	17,78	16,20	18,29	20,80	58,8	79,0	—	—	—	50,50
				—	—	—	—	—	—	—	(50,2)	749,86	15,50	—	—
à zéro	a	„	29/3	17,00	15,59	16,73	15,54	16,88	—	—	—	—	—	—	—
	b			17,20	15,59	16,98	15,54	17,35	17,80	17,00	—	—	—	7,27	—
	a			17,25	15,60	16 89	15,54	17,18	—	—	—	—	—	—	—
	b			17,30	15,60	17,02	15,55	17,48	17,80	17,00	—	—	—	7,30	—
	a			17,15	15,61	16,97	15,57	17,22	—	—	—	—	—	—	—
	b			17,25	15,62	17,09	15,58	17,60	17,80	17,00	—	—	—	7,32	—
	a			17,30	15,63	17,01	15,59	17,38	—	—	—	—	—	—	—
	b			17,40	15,64	17,18	15,60	17,61	17,80	17,00	(51,0)	—	—	7,39	—
à 100°	a			—	—	18,58	16,16	18,80	—	—	—	753,43	17,75	—	—
	b			—	—	18,62	16,16	18,90	21,80	60,2	79,0	—	—	--	50,08
	a			—	—	18,60	16,20	18,84	—	—	—	753,40	17,80	—	—
	b			—	—	18,78	16,21	19,15	22,00	60,0	79,0	—	—	—	50,61
	a			—	—	18,78	16,24	19,08	—	—	—	753,44	17,90	—	—
	b			—	—	18,97	16,26	19,38	22,40	60,4	79,0	—	—	—	51,19
	a			—	—	19,00	16,35	19,30	—	—	—	753,43	18,05	—	—
	b			—	—	19,20	16,36	19,55	22,60	60,8	79,0	—	—	—	51,39
				—	—	—	—	—	—	—	(51,3)	753,45	18,25	—	—
à zéro	a	„	30/3	16,50	15,67	16,35	15,82	16,52	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,70	15,67	16,44	15,82	16,82	17,00	16,50	—	—	—	9,63	—
	a			16,60	15,67	16,38	15,81	16,59	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,70	15,67	16,48	15,81	16,84	17,00	16,50	—	—	—	9,67	—
	a			16,65	15,66	16,37	15,80	16,57	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,85	15,66	16,57	15,80	17,03	17,00	16,50	—	—	—	9,18	—
	a			16,70	15,65	16,40	15,80	16,62	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,80	15,65	16,52	15,80	16,84	17,00	16,50	(49,8)	—	—	9,16	—
à 100°	a			—	—	16,97	15,88	17,14	—	—	—	741,46	14,60	—	—
	b			—	—	17,15	15,90	17,60	19,80	59,3	78,0	—	—	—	50,99
	a			—	—	17,01	15,94	17,23	—	—	—	741,55	14,80	—	—
	b			—	—	17,10	15,95	17,45	19,90	59,8	78,5	—	—	—	51,20
	a			—	—	17,09	15,98	17,37	—	—	—	741,56	14,95	—	—
	b			—	—	17,16	15,98	17,53	19,90	60,40	78,5	—	—	—	51,30
	a			—	—	17,10	15,99	17,35	—	—	—	741,51	15,00	—	—
	b			—	—	17,18	16,00	17,52	20,00	60,90	78,0	—	—	—	51,26
				—	—	—	—	—	—	—	(50,0)	741,50	15,00	—	—

Avant (a) ou après (b) le réglement des pressions		Pression à zéro	Date.	Thermomètres							Manomètre.	Baromètre	Thermomètre du baromètre.	Niveau du mercure dans les tubes	
		mm.		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7				gg'	ff'
à zéro	a	20,1	31/3	16,50	14,97	16,27	14,86	16,43	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,70	14,98	16,52	14,86	17,00	17,10	17,45	—	—	—	4,13	—
	a			16,65	14,99	16,43	14,87	16,73	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,80	15,00	16,57	14,88	16,95	17,10	17,45	—	—	—	4,30	—
	a			16,65	15,00	16,50	14,90	16,80	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,80	15,00	16,60	14,91	17,06	17,20	17,45	—	—	—	4,54	—
	a			16,75	15,01	16,49	14,94	16,80	—	—	—	—	—	—	—
	b			16,90	15,02	16,67	14,95	17,20	17,20	17,50	(50,3)	—	—	4,76	—
à 100°	a			—	—	17,54	15,49	17,75	—	—	—	750,84	15,70	—	—
	b			—	—	17,66	15,50	17,95	20,90	58,4	80,0	—	—	—	47,92
	a			—	—	17,73	15,56	17,97	—	—	—	750,85	16,10	—	—
	b			—	—	17,83	15,58	18,21	21,10	58,2	80,0	—	—	—	48,41
	a			—	—	17,79	15,60	18,03	—	—	—	750,88	16,20	—	—
	b			—	—	17,93	15,61	18,25	21,20	58,5	80,0	—	—	—	48,52
	a			—	—	17,97	15,64	18,21	—	—	—	750,94	16,25	—	—
	b			—	—	18,00	15,66	18,41	21,40	58,3	80,0	—	—	—	48,79
				—	—	—	—	—	—	—	(50,9)	750,97	16,40	—	—
à zéro	a	"	1/4	17,00	15,38	16,78	15,53	17,00	—	—	—	—	—	—	—
	b			17,05	15,38	16,95	15,54	17,39	17,65	17,10	—	—	—	10,70	—
	a			17,00	15,40	16,79	15,55	16,91	—	—	—	—	—	—	—
	b			17,10	15,40	16,90	15,55	7,35	17,75	17,15	—	—	—	10,83	—
	a			17,05	15,41	16,84	15,56	17,02	—	—	—	—	—	—	—
	b			17,15	15,42	17,00	15,57	17,37	17,80	17,20	—	—	—	10,90	—
	a			17,15	15,44	16,98	15,58	17,20	—	—	—	—	—	—	—
	b			17,20	15,44	17,10	15,59	17,64	17,85	17,25	(51,9)	—	—	11,11	—
à 100°	a			—	—	19,00	16,25	19,15	—	—	—	757,64	18,70	—	—
	b			—	-	19,15	16,27	19,28	22,70	59,2	79,8	—	—	—	50,59
	a			—	—	19,19	16,33	19,38	—	—	—	757,68	18,85	—	—
	b			—	—	19,27	16,35	19,55	22,9	61,0	80,0	—	—	—	51,18
	a			—	—	19,38	16,40	19,60	—	—	—	757,75	18,85	—	—
	b			—	—	19,43	16,40	19,72	23,1	60,0	80,0	—	—	—	51,50
	a			—	—	19,55	16,48	19,78	—	—	—	757,74	18,85	—	—
	b			—	—	19,86	16,50	20,05	23,3	61,1	80,5	—	—	—	52,50
				—	—	—	—	—	—	—	(52,1)	757,79	19,00	—	—
à 100°	a	"	2/4*	17,90	16,45	17,60	16,59	17,78	—	—	—	—	—	—	—
	b			18,00	16,46	17,82	16,60	18,40	18,30	17,60	—	—	—	6,68	—
	a			17,95	16,48	17,70	16,60	17,87	—	—	—	—	—	—	—
	b			18,00	16,49	17,80	16,60	18,08	18,35	17,60	—	—	—	6.70	—
	a			18,10	16,50	17,77	16,60	18,00	—	—	—	—	—	—	—
	b			18,00	16,50	17,92	16,60	18,32	18,45	17,60	—	—	—	6,89	—
	a			18,10	16,54	17,93	16,60	18,29	—	—	—	—	—	—	—
	b			18,15	16,54	17,97	16,60	18,37	18,50	17,70	(50,9)	—	—	6,90	—

*) Pendant ce jour-là, les masses du gaz à gauche et à droite du comparateur n'étaient pas les mêmes que pendant le jour précédent. On ne peut pas donc combiner les observations de ce jour avec celles des autres.

	Avant (a) ou après (b) le règlement des pressions.	Pression à zéro	Date.	Thermomètres.							Manomètre.	Baromètre.	Thermomètre du baromètre.	Niveau du mercure dans les tubes.	
		mm.		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7				gg'	ff'
à 100°	a	20,1	2/4	—	—	18,68	16,80	18,83	—	—	—	763,95	18,50	—	—
	b			—	—	18,93	16,81	19,35	22,00	55,0	76,0	—	—	—	43,41
	a			—	—	18,97	16,84	19,20	—	—	—	763,92	18,70	—	—
	b			—	—	19,00	16,85	19,29	22,00	55,9	76,5	—	—	—	43,84
	a			—	—	19,05	16,88	19,33	—	—	—	763,90	18,75	—	—
	b			—	—	19,20	16,90	19,61	22,10	55,7	76,5	—	—	—	44,13
	a			—	—	19,20	16,95	19,50	—	—	—	763,89	18,85	—	—
	b			—	—	19,39	16,96	19,77	22,14	55,0	76,5	—	—	—	44,40
				—	—	—	—	—	—	—	(51,0)	763,90	18,95	—	—
à zéro	a	9,3	3/4	17,80	16,20	17,42	16,17	17,63	—	—	—	—	—	—	—
	b			17,90	16,21	17,60	16,17	17,19	18,10	17,30	—	—	—	0,78	—
	a			17,90	16,21	17,55	16,18	17,78	—	—	—	—	—	—	—
	b			17,90	16,21	17,62	16,18	18,00	18,20	17,30	—	—	—	0,80	—
	a			17,90	16,23	17,55	16,19	17,75	—	—	—	—	—	—	—
	b			17,95	16,24	17,72	16,20	18,09	18,20	17,30	—	—	—	0,97	—
	a			17,95	16,25	17,62	16,20	17,89	—	—	—	—	—	—	—
	b			18,00	16,25	17,75	16,20	18,11	18,30	17,40	(47,0)	—	—	4,00	—
à 100°	a			—	—	18,49	16,41	18,68	—	—	—	763,21	18,00	—	—
	b			—	—	18,60	16,41	18,84	21,90	52,6	68,5	—	—	—	37,30
	a			—	—	18,63	16,48	18,89	—	—	—	763,19	18,20	—	—
	b			—	—	18,92	16,50	19,21	22,20	53,0	68,5	—	—	—	37,21
	a			—	—	19,10	16,57	19,39	—	—	—	763,15	18,40	—	—
	b			—	—	19,33	16,59	19,60	22,70	53,5	69,0	—	—	—	35,14
	a			—	—	19,30	16,61	19,52	—	—	—	763.09	18,55	—	—
	b			—	—	19,43	16,63	19,71	22,80	53,5	70,0	—	—	—	35,49
	a			—	—	19,48	16,73	19,75	—	—	—	763,02	18,75	—	—
	b			—	—	19,64	16,75	19,95	23,10	54,0	70,0	—	—	—	35,60
				—	—	—	—	—	—	—	(47,0)	762,90	18,75	—	—
à zéro	a	„	4/4	17,75	16,40	17,45	16,57	17,60	—	—	—	—	—	4,90	—
	b			17,90	16,41	17,69	16,57	18,16	17,25	17,40	—	—	—	—	—
	a			17,90	16,41	17,62	16,57	17,91	—	—	—	—	—	5,43	—
	b			17,95	16,41	17,78	16,57	18,09	17,25	17,40	—	—	—	—	—
	a			17,85	16,42	17,60	16,58	17,79	—	—	—	—	—	5,84	—
	b			17,95	16,42	17,80	16,58	18,20	17,30	17,40	—	—	—	—	—
	a			17,95	16,44	17,69	16,58	17,90	—	—	—	—	—	6,01	—
	b			18,00	16,44	17,95	16,59	18,24	17,30	17,45	(47,1)	—	—	—	—
à 100°	a			—	—	19,08	17,01	19,26	—	—	—	755,30	18,15	—	—
	b			—	—	19,33	17,03	19,67	22,50	54,0	72,0	—	—	—	40,20
	a			—	—	19,35	17,10	19,60	—	—	—	755,36	18,25	—	—
	b			—	—	19,46	17,11	19,78	22,80	54,5	72,0	—	—	—	40,91
	a			—	—	19,52	17,20	19,75	—	—	—	755,44	18,30	—	—
	b			—	—	19,68	17,20	20,00	23,00	54,0	72,5	—	—	—	41,99
	a			—	—	19,76	17,26	19,98	—	—	—	755,57	18,35	—	—
	b			—	—	19,81	17,28	20,05	23,30	53,5	72,0	—	—	—	42,53
				—	—	—	—	—	—	—	(47,3)	755,68	18,35	—	—

Avant (a) ou après (b) le réglement des pressions.		Pression à zéro	Date.	Thermomètres							Manomètre.	Baromètre.	Thermomètre du baromètre.	Niveau du mercure dans les tubes:	
		mm.		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7				gg'	ff'
à zéro	a	9,3	5/4	17,95	16,17	17,59	16,20	17,83	—	—	—	—	—	—	—
	b			18,00	16,17	17,71	16,21	18,18	18,50	18,60	—	—	—	0,10	—
	a			17,95	16,19	17,59	16,22	17,78	—	—	—	—	—	—	—
	b			18,00	16,20	17,79	16,23	18,37	18,60	18,75	—	—	—	0,17	—
	a			17,95	16,20	17,69	16,24	17,96	—	—	—	—	—	—	—
	b			18,05	16,21	17,89	16,24	18,50	18,65	18,90	—	—	—	0,30	—
	a			18,00	16,23	17,78	16,26	18,06	—	—	—	—	—	—	—
	b			18,10	16,23	17,95	16,27	18,41	18,70	19,00	(48,4)	—	—	0,43	—
à 100°	a			—	—	18,69	16,59	18,95	—	—	—	755,25	17,95	—	—
	b			—	—	18,83	16,60	19,15	22,10	52,9	71,5	—	—	—	38,60
	a			—	—	18,96	16,65	19,20	—	—	—	755,29	18,10	—	—
	b			—	—	19,08	16,66	19,41	22,10	54,2	71,5	—	—	—	39,29
	a			—	—	19, 6	16,73	19,44	—	—	—	755,30	18,20	—	—
	b			—	—	19,21	16,75	19,60	22,30	54,0	71,5	—	—	—	39,70
	a			—	—	19,24	16,79	19,51	—	—	—	755,15	18,35	—	—
	b			—	—	19,39	16,80	19,73	22,90	54,0	72,2	—	—	—	39,94
				—	—	—	—	—	—	—	(49,0)	754,95	18,50	—	—

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ
TOM. XIX. № 8.

STUDIER INOM NAFTENGRUPPEN.

II.

AF

OSSIAN ASCHAN.

I första delen af detta arbete [1]) har jag angifvit sättet för framställningen af de tre enklaste syrorna af den allmänna formeln $C_n H_{2n-2} O_2$, hvilka erhållits ur vissa fraktioner af den kaukasiska naftan, samt närmare beskrifvit desamma. På grund däraf, att dessa syror hvarken upptaga brom under addition eller i alkalisk lösning oxideras af kaliumpermanganat vid vanlig temperatur (v. Bæyers reaktion på omättade syror), är det antagligt att de innehålla en mättad ringformig kärna. Den omständigheten, att de förekomma i den ryska naftan, hvilken till allra största delen består af naftenerna $C_n H_{2n}$, och således åtfölja dessa kolväten, gör det troligt, att syrorna $C_n H_{2n-2} O_2$ äro enkla oxidationsprodukter af de sistnämnda eller stå i samma förhållande till naftenerna, som fettsyrorna till paraffinerna. Denna nära till hands liggande slutsats har äfven uttalats af Markownikow och Oglobin i deras första större arbete öfver den kaukasiska naftan [2]). Naftenernas struktur anses med någorlunda säkerhet faststäld [3]); de kunna betraktas såsom hexametylenderivater och innehålla i sådant fall en af sex kolatomer bestående ringformig kärna. Man har därför anledning att tillskrifva naftensyrorna, såsom Markownikow kallat dessa syror af formeln $C_n H_{2n-2} O_2$, en liknande konstitution. Syran $C_7 H_{12} O_2$, hvilken isolerats af mig och är den enklaste af denna serie, skulle sålunda kunna uppfattas såsom hexahydrobenzoesyra, dess homologer, syrorna $C_8 H_{14} O_2$ och $C_9 H_{16} O_2$, såsom motsvarande hexahydrotoluyl- och -xylylsyror.

Emellertid har något bindande och säkert bevis för denna uppfattning icke presterats. Markownikow och hans elever hafva visserligen anstält mångfaldiga och varierande försök att genom oxidation af naftenerna erhålla de motsvarande karbonsyrorna, men dessa hafva tillsvidare varit utan resultat,

---

[1]) *Studier inom Naftengruppen I*, ingående i „*Commentationes variæ in memoriam actorum CCL annorum, edidit Universitas Helsingforsiensis*“.

[2]) Журналъ русск. физико-химич. общества. 1883. (1) 237 och 307; Berichte d. d. chem. Gesellsch. 1883. 1876.

[3]) Se Markownikow och Spady: Berichte d. d. chem. Gesellsch. 1887. 1850 och M. Konovalow Журналъ русск. физико-химич. Общества 1887 (2), 296 o. 297.

dels emedan de substituerande metylgrupperna i hexametylenringen icke angripas af sådana oxidationsmedel, t. ex. utspädd salpetersyra, hvilka inom den aromatiska serien gifva ett glatt resultat, dels därför att denna ring genom starkare oxiderande agenser helt och hållet förstöres. Försök att reducera syrorna till motsvarande kolväten ha äfven utförts af MARKOWNIKOW, men dessa ha endast varit af förberedande art och synas mig icke berättiga till några bestämda slutsatser[1]). De hafva icke senare blifvit upprepade.

Emedan jag var i besittning af ett mycket renare och rikligare material än det, som stått MARKOWNIKOW till buds[2]), och ansåg afgörandet af denna fråga utomordentligt viktigt för naftenderivaternas kemi, var det redan från början min afsikt, såsom af en slutanmärkning i förra delen af detta arbete framgår, att i främsta rummet arbeta på dess lösande. Resultatet af mina undersökningar i denna riktning utgör föremålet för denna afhandling. Utan att vilja gå den detaljerade beskrifningen om försöken i förväg, vill jag endast i korthet nämna, att det lyckats mig att lämna ett bevis därför, att *naftensyrorna äro enkla derivater af naftenerna.*

Invärkan af brom i alkalisk lösning på heptanaftenkarbonsyrans amid $C_7 H_{13} CO NH_2$.

För utrönande af frågan om syrorna $C_n H_{2n-2} O_2$ äro derivater af naftenerna eller icke, var det nödvändigt, att på ett eller annat sätt och hälst genom glatta reaktioner öfverföra en eller flere af dem i det eller de kolväten, som ligga till grund för desamma.

---

[1]) Den uppgift i litteraturen, som behandlar detta, har följande korta affattning: „Предварительные опыты показали, что подобно жирнымъ кислотамъ, переходящимъ нагрѣванiи съ *HJ* въ парафины какъ это показалъ Крафтъ, нафтеновыя кислоты переходятъ въ нафтены“ (Журналь русск. физико-химическ. Общества 1887 (2) 157), eller i öfversättning: „Förberedande försök visa att naftensyrorna öfvergå i naftener, på samma sätt som fettsyrorna, såsom Krafft visat, genom upphettning med *HJ* kunna öfverföras i paraffiner“. Såsom häraf synes, har M. hvarken angifvit, hvilken naftensyra han användt eller hvilken specifika naftenkolväten han sålunda erhållit Synbarligen har han i brist på material endast anställt försök i så liten skala, att han icke kunnat analysera de erhållna produkterna samt bestämma deras fysikaliska egenskaper; han har enligt all sannolikhet genom kvalitativa kemiska försök kommit till den slutsats han uttalar. I den afhandling, hvarur ofvanstående sats är tagen, ingår nämligen för öfrigt uppgifter om de analyser, som blifvit utförda i förekommande fall, hvilket däremot här saknas.

[2]) Syrorna $C_8 H_{14} O_2$ och $C_9 H_{16} O_2$ har han öfverhufvud icke erhållit i rent tillstånd, ty ingen af hans analyser är utförd å de fria syrorna, utan dels å estrarna, dels å amiderna eller silfversalterna. Detta framgår äfven däraf, att han icke erhållit nämda syrors salter i kristalliseradt tillstånd, hvilket icke mött svårigheter för mig, speciellt hvad kalcium- och bariumsalterna angår. Orsaken härtill är endast den, att M. användt för litet material för sin undersökning. Han utgår nämligen från endast ½ K:o råsyra, medan jag ursprungligen användt omkring 100 K:o af samma material; det oaktadt erhöll jag ej mer än c. 200 g af de rena syrorna $C_8 H_{14} O_2$ och $C_9 H_{16} O_2$.

Bland de reaktioner, hvilka kunde ifrågakomma, var en och därtill den enklaste på förhand utesluten, nämligen den som beror på afspjälkning af koldioxid ur syrans molekyl genom upphettning af kalcium- eller bariumsaltet med ett öfverskott af kalk, hvilken särskildt i aromatiska serien ger tillfredsställande resultat. Den erfarenhet, som KRÆMER och BÖTTCHER vunnit [1], då de underkastade kalksaltet af en högre homolog af denna serie torr destillation, visar nämligen, att den ringformiga kärnan icke är beständig vid den höga temperatur, som här måste användas. De erhöllo nämligen icke en enhetlig produkt, utan en blandning af kolväten ur olika serier. Till ett liknande resultat kom PERKIN J:R [2]) med tetrametylenkarbonsyra, hvilken om också icke en värklig homolog till naftensyrorna likväl äger en liknande struktur. Vid tidigare utförda analyser af dessa syrors kalcium- och bariumsalter hade jag tyckt mig märka, att dessa sönderdelas först vid ganska stark upphettning och under afskiljande af en stor mängd kol.

Däremot hoppades jag på en annan väg, hvilken äfven beror på afspjälkning af kolsyra, komma till kolvätena med närmast mindre kolhalt, nämligen genom oxidation af syrornas amider. Enligt den eleganta och allmänt användbara metod, som utarbetats af A. W. HOFMANN, kunna amiderna vid behandling med brom och alkali öfverföras i aminer, medan kolsyra samtidigt afskiljes. Genom att sedermera medelst bekanta reaktioner förvandla aminerna i alkoholer, dessa i jodider och underkasta jodiderna reduktion borde kolvätena kunna erhållas. Samtliga dessa reaktioner försiggå dels vid vanlig temperatur, dels vid 100° och utan att man behöfver befara omlagringar, hvarför man kunde hoppas, att den kärna, som ursprungligen förefans hos syran, senare äfven skulle återfinnas hos det resulterande kolvätet. Jag inslog först denna väg till kolvätenas erhållande.

Såsom material för denna analys valde jag heptanaftenkarbonsyra, och det gälde till en början att framställa dess amid i större mängd samt, med hänsyn till den knappt tillmätta tillgången på utgångsmaterialet, enligt en metod, som lämnade ett godt utbyte. Emellertid är framställningen af de enbasiska syrornas amider ingen lätt uppgift, då sistnämnda vilkor uppställes. I liten skala använder man invärkan af alkoholisk ammoniak eller ammoniumkarbonat på syrornas klorider, ett förfarande, som tidigare användts för framställande af denna amid. Detta kunde icke nu komma i fråga, emedan man redan vid framställning af kloriden lider förlust, hvartill kommer att denna förening icke kvantitativt öfvergår i amid; samtidigt bildas äfven

[1]) Berichte d. d. chem. Gesellsch. 1887. 598.
[2]) Berichte d. d. chem. Gesellsch. 1885. 3110.

etylester och syra. Hvad åter det af MARKOWNIKOW[1]) angifna framställningssättet beträffar, nämligen upphettning af metylestrarna med alkoholisk ammoniak i tillsmälta rör vid 150°, så är detta obekvämt då man arbetar i större skala; ej heller öfvergår estern kvantitativt i amid, såsom ett förberedande försök lärde mig, utan en del förtvålas samtidigt till syra, medan en annan del als icke deltager i reaktionen. Den allmännaste metoden för framställning af enbasiska syrors amider, som härrör af HOFMANN och består däri, att syrornas ammoniumsalter upphettas i tillsmälta rör till 230°, kunde ej häller användas, emedan naftensyrorna icke bilda ammoniumsalter; åtminstone existera dessa endast i vattenlösning. Jag tog därför min tillflykt till en reaktion, som tidigare gjort mig goda tjänster vid framställning af ftalimid och hvilken beror på invärkan af de fria syrorna på rodanammonium; det visade sig att man härigenom erhåller ett godt utbyte af amid, som dessutom bildas i ett tillstånd af tillfredsställande renhet.

20 g af syran (man förarbetar icke gärna större kvantiteter, emedan produktens renhet i sådant fall lämnar mycket öfrigt att önska) och 16 g torrt rodanammonium (något mer än 1 mol.) infördes i en kolf, rymmande 150—200 *CC*, hvilken upphettades i en flat asbestskål öfver en liten gaslåga. Saltet smälter snart och förblir flytande under syran, utan att till en början upplösas af densamma. Vid starkare upphettning, då kolfvens innehåll visar en temperatur af 170—180°, begynner en liflig gasutveckling, hvilken likväl icke får bli så stark, att hvita ångor i större mängd utträda ur flaskans mynning. Genom att ändamålsenligt reglera gaslågan ernås en mycket jämnt förlöpande reaktion, och ifall flaskan tages så stor, som ofvan nämdes, sker ingen eller endast en högst obetydlig förlust af syra. För att kunna hålla temperaturen konstant har jag äfven användt oljbad, men detta gör att reaktionen förlöper långsammare och produkten blir mera mörkfärgad och oren. Hufvudsaken är att kunna slutföra densamma så snart som möjligt, eller under c:a 1 timmes tid, och utan att lida förluster. I början afgå kolsvafla, svafvelväte och andra illaluktande gaser, senare, då reaktionen håller på att slutföras och resten af rodansaltet upplöst sig i smältan, uppträder äfven ammoniak. Det oaktadt fortsättes upphettningen ännu någon tid, och nu uttager man hvarje femte minut ett prof af den numera något brunfärgade massan samt undersöker om profvet vid bearbetning med glasstaf på ett urglas efter tillsats af några droppar vatten bildar en fast kristallinisk massa, uti hvilken någon lukt af syran ej mera kan skönjas. De första profven äga

---

[1]) Журналъ русск. физико-химич. Общества. 1887 (2). 156.

vanligen en mjuk konsistens, påminnande om smör, de senare äro fullständigt fasta. Nu kan reaktionen anses vara slutförd. Den tunnflytande heta produkten öfverföres genast i en liten tubulerad retort, hvarefter den destilleras. Vid 245—255° öfvergår amiden såsom en svagt ljusgul olja, hvilken stelnar i förlaget; i retorten kvarblir en ringa tjärartad återstod.

I detta tillstånd är amiden icke enhetlig. Den äger en egendomlig, stark lukt, som mycket liknar fettsyrenitrilernas och härrör af små kvantiteter af en olja, som förorenar amiden. Vill man tillvaratäga denna förening, underkastas den råa amiden destillation med vattenånga, hvarvid endast små kvantiteter af amiden förflyktigas, men oljan med lätthet öfvergår. Anmärkas bör, att denna icke förekommer i smältan utan först bildas under destillationen, hvarom mera längre fram.

Afser man från att isolera detta ämne, renar man amiden lämpligast sålunda, att man omrör det fasta destillatet med litet kokande vatten i en porslinsmortel för att aflägsna ammoniumsulfid och ammoniumsulfokarbonat, hvilka i små mängder förefinnas däri; härvid lösas äfven de spår af naftensyra, som möjligen kvarblifvit oangripna. Man filtrerar efter afsvalnandet och upplöser kristallmassan i kokande vatten, hvarvid den först smälter innan den upplöses. Efter c:a 12 timmars tid har största delen af amiden afskiljt sig i form af stora, silfverglänsande blad, hvilka uppfylla hela vätskan. Ur filtratet erhålles efter afdunstning till en mindre volym ytterligare en kristallisation. I fullkomligt rent tillstånd af smältpunkten 133° kan amiden erhållas, ifall man i stället för vatten använder eter-ligroin såsom lösningsmedel. I detta fall torkas den med litet vatten behandlade destillerade massan öfver svafvelsyra i vakuum; torkning i vattenbad eller öfverhufvud vid högre temperatur kan icke användas, emedan amiden sublimerar redan under 100°. Därefter löses den torra substansen i litet kokande eter, och under fortsatt uppvärmning tillsätter man nu i små portioner ligroin (k. p. 60—100°), tills de vid hvarje tillsats utfallande kristallerna ej mera lösas vid kokningstemperatur. Efter 24 timmar har nästan hela mängden af amid utkristalliserat.

För den afsedda oxidationen af amiden behöfver man emellertid icke framställa en alldeles färglös produkt, såsom man erhåller amiden ifall reaktionsmassan destilleras. Man kommer till en något gråfärgad, men för ändamålet tillräckligt ren amid och utbytet blir betydligt bättre, om man såsom ofvan direkt behandlar den råa smältan med litet hett vatten, för att aflägsna rodanammonium och andra salter, och därefter omkristalliserar återstoden ur hett vatten, hvilket man för att öka lösligheten försätter med så mycket natronlut, att man har en 1 % lösning däraf. Härvid kvarbli de mörkfärgade föroreningarna i

form af en svart hartsartad massa, som kan affiltreras från den nästan färglösa, kokheta vätskan. Efter den första kristallisationen erhålles genom afdunstning af moderluten ännu en annan mindre portion. På detta sätt får man en amid, som smälter vid 128° och sålunda icke är alldeles kemiskt ren, men fullkomligt användbar för oxidation. Hvad utbytet beträffar, så utgjorde det 70—80% af det beräknade. Såsom en egendomlighet kan omnämnas, att en ringa halt af fuktighet betydligt sänker smältpunkten hos heptanaftenkarbonsyrans amid och öfverhufvud hos amiderna af naftensyrorna. Härpå beror det, att de utan undantag smälta under kokande vatten.

Denna metod att framställa amider medelst invärkan af rodanammonium på de fria syrorna har jag äfven pröfvat på hexa- och oktonaftenkarbonsyrorna, och ger den äfven i dessa fall tillfredsställande resultat. Längre fram skall jag vid tillfälle pröfva dess användbarhet äfven på fettsyrorna.

Jag använder tillfället att här inflika några nya iakttagelser till karakteriserande af naftensyreamiderna. Redan i första delen af detta arbete har jag framhållit den lätthet, hvarmed dessa amider upplösas af konc. saltsyra. Att härvid en värklig saltbildning äger rum anser jag framgå af ett försök, som jag anstälde med saltsyra och eter, i afsikt att rena amiden af heptanaftenkarbonsyra. Amiden upplöstes i konc. saltsyra och lösningen försattes försiktigt med vatten, tills de utfallande kristallerna af amiden endast med svårighet upplöste sig i den numera utspädda syran, hvarpå lösningen omskakades med eter. När eterlösningen därpå afdunstades vid vanlig temperatur, fann jag att amiden fullständigt öfvergått däri, men i form af sitt saltsyrade salt, hvilket kvarblef såsom en trögflytande olja och först efter en längre tid stelnade under afgifvande af klorväte. Äfven om man behandlar oljan med vatten afskiljes icke amiden genast, utan först efter några minuter kan man skönja en begynnande kristallbildning inom oljdropparna. Vidare har jag funnit att man icke kan använda klorkalcium för att torka en vattenhaltig eterisk lösning af amiden. Skakar man denna med saltet, så uppvärmes den samt grumlas, och inom kort är hela vätskan uppfyld af glittrande kristallblad, hvilka likväl snart sönderflyta och sjunka till kärlets botten. Vätskan bildar nu tre skikt, det öfversta bestående af ren eter (såvida man nämligen användt tillräckligt klorkalcium och omskakat en längre tid), det mellersta af en förening af amid och klorkalcium och slutligen det nedersta, som utgöres af en mättad vattenlösning af klorkalcium. Denna förening mellan amid och salt är ytterst hygroskopisk och sönderdelas med lätthet om den öfvergjutes med vatten. Äfven hexa- och oktonaftenkarbonsyrornas amider visa denna reaktion.

Heptanaftensyreamidens öfverförande i amin försiggår enligt följande reaktion:

$$C_7\,H_{13}\,CO \cdot NH_2 + Br_2 + 4\,Na\,HO = C_7\,H_{13} \cdot NH_2 + 2\,Na\,Br + Na_2\,CO_3 + 2\,H_2\,O.$$

Hvad reaktionens praktiska utförande beträffar, så är det icke fördelaktigt att enligt Hofmann först sammanblanda amiden med den beräknade mängden brom, emedan den härvid uppkommande additionsprodukten är mycket litet beständig och redan vid vanlig temperatur regenererar amid, utan man löser den nödiga kvantiteten brom under god afkylning i 5—10 % natronlut och inför amiden i den ljusgula lösningen. Man opererar lämpligen på följande sätt. 11,4 g brom införes i små kvantiteter uti en afkyld lösning af 13 g natriumhydrat i c:a 200 g vatten, och med denna hypobromitlösning öfvergjutes 10 g amid, som befinner sig i en liten porslinsmortel, i små portioner, hvarefter man med en pistill väl omrör massan, så att amiden blir likformigt fuktad och på samma gång pulfveriserad; att pulfverisera den i torrt tillstånd är omöjligt på grund däraf, att dess kristallblad äro så elastiska och böjliga. Den fuktiga halfflytande massan öfverföres medelst nya mängder hypobromitlösning i en kolf, resten tillslås, och genom att flitigt omskaka innehållet bringas amiden i lösning, hvilket sker inom kort. Denna lösning, som numera är affärgad och något grumlig, emedan aminbildning redan äger rum vid vanlig temperatur, ställes därefter på ett kokande vattenbad. Då temperaturen efter hand stiger till c:a 80° afskiljes aminen efter någon tid, utan att kolsyreutveckling äger rum, och samlas ofvanpå vätskan såsom ett gulfärgadt lager. Efter en half timmes tid är reaktionen vanligen slutförd, ty oljlagret tilltager ej mer i storlek. Nu inleder man en kraftig ström vattenånga, hvarmed produkten är mycket lätt flyktig, och fortsätter därmed tills en droppe af destillatet ej mer reagerar alkaliskt. Destillatet neutraliseras med saltsyra, hvarvid oljan fullständigt upplöser sig med undantag af en obetydlig grumling af ett annat oljartadt ämne. För att bortskaffa denna förorening omskakas lösningen med eter och afdunstas sedan på vattenbad. Den något färgade sirapsformiga återstoden, som vid afkylning stelnar, behandlades med små kvantiteter absolut alkohol för att aflägsna salmiak, som möjligen kunde uppträda såsom förorening. Det visade sig likväl att ammoniak icke bildats under reaktionen, emedan återstoden var fullkomligt löslig i alkohol. Lösningsmedlet afdunstades ånyo och återstoden behandlades med 30 % natronlut i en separationstratt under tillsats af eter och senare af natronhydrat i fast form. Genom flitig omskakning erhålles slutligen en lösning, som ej mer innehåller klorvätesyradt salt. Den separeras, omskakas väl med fast kaliumhydrat, som

borttager mycket vatten och de sista spåren af klorvätesyra, afhälles och får ytterligare stå tolf timmar med stycken af kaliumhydrat. Efter denna tids förlopp afdestilleras etern ur en liten kolf, som är försedd ett $\frac{1}{2}$ m långt, uppåt riktadt glasrör, emedan aminen isynnerhet i närvara af fuktighet är flyktig äfven med eterångor. Genom att efter eterns afdestillering flitigt omskaka den till 100° upphettade återstoden med kalistyckena, erhålles aminen alldeles vattenfri, hvilket är af stor vikt, emedan kokpunkten vid den därpå följande destillationen eljest icke vill blifva konstant. Efter en tre gånger genomförd fraktionering kokar den nya föreningen med undantag af en ringa mängd konstant vid 151—153° (korr.). Analysen gaf följande resultat:

0,2173 g substans gaf 0,5901 g CO_2 och 0,2582 g H_2O;
0,1506 g „ „ 16,4 CC N af 18° temperatur och 761 ^{mm} tryck.

	Beräknadt för $C_7H_{15}N$:	Funnet:
C	74,31 %	74,06 %
H	13,27 „	13,20 „
N	12,42 „	12,67 „

Utbytet gjorde omkring 66 % af det beräknade.

Heptanaftenamin.

Denna förening tillkommer sammansättningen: $C_7H_{13}NH_2$. Till sina egenskaper liknar detta ämne fullkomligt de primära aminerna af fettserien och de af Bamberger framstälda alicykliska hydronaftylaminerna, hvilka till följd af sin struktur stå detsamma närmast.

Heptanaftenamin är en lättflytande, vattenklar vätska, lättare än vatten, hvilken äger en egendomlig bedöfvande lukt, påminnande om koniins, men tillika något stickande, ammoniakalisk. Den ryker i luften och bildar med koldioxid ett kolsyradt salt, hvarför den substansmängd, som användes till analys, genast måste insmältas efter destillationen. Dess affinitet till kolsyra är så stark, att ett präparat, som i några timmar stått i luften, vid behandling med en syra redan afger koldioxid under uppbrusning. Efter några dagar öfvergick ett prof, som afsiktligt fått stå vid fullt tillträde af luft, uti en fast genomskinlig massa, det kolsyrade saltet, hvilket vid behandling med eter till största delen kvarblifver i fast form. Med kolsvafla ger aminen i alkoholisk lösning och efter behandling med järnklorid senapsoljereaktion. Digererad med kloroform i alkoholisk kalilösning uppkommer en

svag karbylaminlukt, hvilken likväl efter någon tid tydligt förnimmes å svalgets och näsans slemhinnor. Häraf framgår att en primär amin föreligger. Basen äger frätande egenskaper och angriper lätt kork och kautschuk.

Dess salter äro i allmänhet mycket lättlösliga och litet karakteristiska, särskildt mineralsyrornas salter. För att icke förlora alltför mycket material har jag inskränkt mig till att närmare undersöka endast det klorvätesyrade saltet och dess platinakloridförening.

Klorväteföreningen $C_7\,H_{13}\,NH_2\,HCl$ erhålles genom att till torrhet afdunsta en lösning af basen i saltsyra. Härvid afskiljes den först såsom en sirapsformig massa, hvilken öfver osläckt kalk inom ett par dagar stelnar till stora, fettglänsande blad, som äro lättlösliga i vatten och alkohol samt utmärka sig genom sin stora hygroskopicitet.

0,1699 g substans gaf 0,1607 g $Ag\,Cl$;

Beräknadt för $C_7\,H_{16}\,N\,Cl$:		Funnet:
Cl	23,74 %	23,40 %

Platinadubbelsaltet $(C_7\,H_{13}\,NH_2\,.\,HCl)_2\,Pt\,Cl_4$ utfaller, vid tillsats af platinaklorid till en svagt sur lösning af basen i saltsyra, i form af en kristallinisk gul fällning. Omkristalliseradt ur kokande vatten, hvilket blifvit försatt med några droppar saltsyra, erhåller det i form af stora guldgula, glänsande blad (sammanvuxna hexagonala plattor, på hvilka tydliga pyramidytor äro synliga). Saltet är nästan olösligt i kokande rent vatten, men lättlösligt om vattnet blifvit försatt med saltsyra. Af kokande alkohol löses en viss mängd, men den mättade lösningen afskiljer ingenting vid afsvalnandet. Analyserna visade samtliga en något för liten platinahalt, emedan saltets sönderdelning vid upphettning försiggår under en svag förpuffning, äfven om försiktighet iakttages.

I.	0,2093	g substans	gaf	0,0632	g Pt;
II.	0,2253	„ „	„	0,0679	„ Pt;
III.	0,2243	„ „	„	0,0677	„ Pt;

Beräknadt för $(C_7\,H_{13}\,NH_2\,.\,HCl)_2\,Pt\,Cl_4$:		Funnet:
Pt	30,49 %	I. 30,20 %; II. 30,14 %; III. 30,19 %.

En homolog bas till heptanaftenamin har M. Konowalow framstält[1]); vid behandling af nononaften af kokpunkten 135—137, hvilken han anser identisk med hexahydropseudocumol, med utspädd saltpetersyra erhöll han en nitro-

[1]) Нафтены, гексаждробенсолы и ихъ производныя. Тверь 1890, s. 34.

förening $C_8 H_{15} NO_2$, sannolikt bildad genom ersättning af en metylgrupp med nitrogruppen, hvilken reducerad med tenn och saltsyra gaf en primär amin af formeln $C_8 H_{15} NH_2$. Denna kokar vid 172—174° och synes till sina egenskaper fullständigt öfverensstämma med heptanaftenamin. Sannolikt äger äfven KONOWALOWS bas amidogruppen bunden i kärnan, liksom den sistnämda.

—

Sedan den ur heptanaftenkarbonsyrans amid erhållna aminen blifvit analyserad och såvidt förhållandena medgifvit närmare undersökt, gälde det att öfverföra den i motsvarande alkohol. Sedan jag genom ett försök i mindre skala öfvertygat mig därom, att dess salpetersyrliga salt vid kokning afgifver kväfve, opererade jag på följande sätt:

16 g heptanaftenamin behandlades med utspädd saltsyra tills en fullkomligt neutral lösning erhölls, och denna försattes med en koncentrerad lösning af 15 g kaliumnitrit (den beräknade mängden af en handelsprodukt, som innehöll 79,0 % KNO_2), hvilken dessförinnan blifvit noggrant neutraliserad med några droppar saltsyra, emedan den visade alkalisk reaktion. Vid vanlig temperatur sker ingen reaktion, men vid upphettning visade sig en svag gasutveckling, som blef starkare vid kokning. Med de afgående vattenångorna öfverdestillerade en i vatten olöslig olja. Emedan reaktionen icke var slutförd, när större delen af det i destillationskärlet befintliga vattnet öfvergått, tillsattes efter hand vatten i flere portioner, och destillationen fortsattes tills någon olja ej mer öfvergick med vattenångorna. Emedan destillatet reagerade starkt alkaliskt, tillsattes klorvätesyra till tydlig sur reaktion, hvarvid större delen af oljan upplöste sig, och återstoden upptogs i eter. Sedan eterlösningen under en längre tid digererats med glödgad pottaska afdunstades lösningsmedlet och återstoden destillerades efter att i två timmars tid hafva blifvit kokad med kalciumoxid. Efter en flere gånger upprepad fraktionerad destillation erhölls såsom hufvudprodukt 3 g af en vid 161—164° kokande vätska, hvilken ägde en egendomligt skarp, om finkelolja påminnande lukt. Emedan jag insåg omöjligheten af att med hänsyn till den ringa mängden ytterligare rena denna produkt, som väl till största delen bestod af alkoholn $C_7 H_{13} . OH$ men var gulfärgad och visade sig innehålla små kvantiteter af kväfvehaltiga föreningar, öfverfördes den genom kokning med ättiksyreanhydrid i ättiksyreestern, hvilken enligt all förmodan borde vara lättare renad. Efter reaktionens slut sönderdelades öfverskottet af anhydrid med sodalösning och efter att

på vanligt sätt hafva renat den olösta oljan erhölls en vätska, som kokade vid 180,5—183,5 °, och ägde en angenäm fruktartad lukt, påminnande om amylacetatets. Emellertid var äfven denna produkt icke fullständigt ren. Den ägde en gulaktig färg och vid destillationen kvarblef en mörkfärgad återstod i kolfven. Med hänsyn till de små kvantiteter, som stodo mig till buds, meddelas ofvanstående uppgift om kokpunkten endast med reservation. Analysen visade äfven att estern var något förorenad, ty talen stämmer icke fullkomligt med de beräknade:

0,1965 g substans gaf 0,4953 g CO_2 och 0,1843 g H_2O;

	Beräknadt för $C_9H_{16}O_2$:	Funnet:
C	69,23 %	68,74 %
H	10,26 „	10,42 „

Emellertid råder intet tvifvel därom, att alkoholn $C_7H_{13}.OH$ uppkommit under denna reaktion; den erhålles endast i ringa mängd och är förorenad af kväfvehaltiga substanser, kanske äfven af sina egna oxidationsprodukter.

Vattenläsningen af destillatet, som blifvit försatt med saltsyra, afdunstades till en ringa volym, och efter tillsats af natriumhydrat erhölls härur ungefär 5 g af den ursprungliga aminen i ganska rent tillstånd. I destillationskärlet hade, efter de flyktiga produkternas aflägsnande med vattenånga, utom klorkalium kvarblifvit en ganska stor mängd af ett brunt harts samt en olja, som ej var flyktig.

Såsom af ofvanstäende framgår, försiggår reaktionen mellan heptanaftenaminklorhydrat och kaliumnitrit ingalunda glatt, hvilket utan tvifvel har sin orsak däri, att söderdelningen af aminens salpetersyrliga salt, som utgör den första produkten af omsättningen, uti kväfve, vatten och alkohol försiggår vid så hög temperatur, att dissociation i amin och salpetersyrlighet redan inträder. Att en dissociation värkligen äger rum bevisas däraf, att en stor del af aminen öfvergår oförändrad med vattenångorna; salpetersyrligheten reagerar sannolikt in statu nascendi med den redan bildade alkoholn och ger härvid upphof åt de halfflytande, brunfärgade biprodukter, hvilka kvarblifva i kolfven, samt åt de ämnen, som förorena alkoholn.

På grund af de mindre tillfredsställande resultat, som det senast relaterade försöket lämnade, var jag tvungen att uppgifva hvarje vidare arbete i denna riktning. Ur 40 g heptanaftenkarbonsyra hade jag kommit till endast ett par gram af motsvarande alkohol, och det var att förutse att de reaktioner, hvilka ännu återstodo, innan kolvätet erhållits, yttermera skulle reducera denna ringa mängd.

Innan jag öfvergår till beskrifningen af därpå följande försök att erhålla de kolväten, från hvilken naftensyrorna härstamma, vill jag i korthet omnämna följande förening, hvilken erhållits såsom biprodukt under förarbetningen af heptanaftenkarbonsyra.

Heptanaftenonitril.

Denna förening, hvilken äger formeln $C_7 H_{13} CN$, uppkommer såsom redan tidigare nämdes då den råa smältprodukten af heptanaftenkarbonsyra och rodanammonium destilleras vid vanligt lufttryck och utgör den egendomligt luktande olja, hvilken i små mängder förekommer i det fasta destillatet. Den kan isoleras från amiden antingen genom att destillera produkten med vattenånga eller att behandla densamma med ligroin af låg kokpunkt, som upplöser oljan men kvarlämnar amiden. Efter omskakning af den på ett eller annat sätt erhållna eter- eller ligroinlösningen med natronlut och lösningsmedlets afdunstande, destillerar återstoden efter tvänne gångers fraktionering konstant vid 199—201° (korr.). En kväfvebestämning gaf följande resultat:

0,2067 g substans gaf 19,8 CC N af 17° temperatur och 760,4 ^{mm} tryck;

	Beräknadt för $C_8 H_{13} N$:	Funnet:
N	11,38 %	11,14 %.

Nitrilen är en lättflytande och färglös olja, som äger en stark och karakteristisk lukt, något påminnande om enantylsyrenitrilens. Af utspädd svafvelsyra öfverföres den vid kokningstemperatur lätt i heptanaftenkarbonsyra; däremot är den ganska beständig vid kokning med alkalier. Liksom andra nitriler med något större kolhalt visar den Radzewski's nitrilreaktion[1]). Om den nämligen under några timmars tid får vara i beröring med en alkalisk vätesuperoxidlösning, öfvergår den under upptagande af vatten i amiden af heptanaftenkarbonsyra, som afskiljer sig i kristaller. Efter torkning och omkristallisering visade dessa smältpunkten 133°, som tillkommer nämda förening. Nitrilens uppkomst är icke svår att förklara; vid den höga temperatur af omkring 250°, vid hvilken amiden destillerar, afger denna vatten och öfvergår delvis i nitril.

[1]) Berichte d. d. chem. Gesellsch. 1885. 355.

Torr destillation af octonaftenkarbonsyradt barium med bariumformiat.

Bland reaktioner, hvilka vidare kunde komma i fråga för erhållande af kolväten ur naftensyrorna, var framställningen af dessa syrors aldehyder, hvarur sedan motsvarande alkoholer, jodider och kolväten successivt borde kunna erhållas, värd att försökas. Gången för denna reduktion vore densamma, som Krafft med framgång användt för framställning af flere paraffinkolväten med högre kolhalt. Jag opererade på samma sätt som han och använde vid detta försök syran $C_9 H_{16} O_2$.

I en retort af svårsmält glas, som rymde c:a 50 *CC*, upphettades en blandning af två delar myrsyradt barium och en del af syrans bariumsalt, i portioner af inalles 20—30 g. För att ernå en så fullständig blandning som möjligt mellan saltpartiklarna, infördes det myrsyrade saltet i mycket fint fördeladt tillstånd uti den halfflytande massa, som erhålles, då vattenlösningen af naftensyrans bariumsalt afdunstar, hvarefter saltblandningen under ständig omrörning torkades på vattenbad, tills massan blifvit fullkomligt fast och lätt pulfveriserbar. Retorten var lufttätt förenad med en deflegmator, hvars spiralformiga kylrör afkyldes med isvatten. Förlaget bestod af tvänne sinsemellan förenade starka glasflaskor, af hvilka den ena stod i förening med en vattenluftpump. Sedan apparaten evakuerats till 60 à 70 ^{mm} tryck, upphettades retorten, som fullständigt var innesluten i ett väl passande luftbad af koppar, långsamt så att hvita ångor i större mängd icke bildades och lufttrycket inom apparaten var nästan konstant eller åtminstone icke steg öfver 100 ^{mm}. Oaktadt dessa försiktighetsmått, hvilka gjorde operationen till ett mycket tidsödande arbete (jag destillerade nämligen inalles 400 g af saltbildningen), var den erhållna produkten, som vägde 64 g, likväl mörkbrun till färgen. Sedan den torkats med vattenfritt svafvelsyradt natrium, destillerades den först vid vanligt lufttryck tills temperaturen stigit till 140°, därefter vid 90 ^{mm} tryck.

Härvid visade det sig att den emot förmodan icke var enhetlig, ty börjande från 80° (vid vanligt tryck) kokade den under ganska jämnt stigande termometer ända till inemot 200° (vid 90 ^{mm} tryck). Jag tyckte mig likväl märka att större kvantiteter öfvergingo vid 130—150° (90 ^{mm} tryck), hvarför denna fraktion upptogs särskildt. Det var en gulfärgad olja, hvars lukt ganska mycket påminde om enantols, och som utgjorde 18 g. Emedan någon mera konstant kokande substans icke kunde erhållas vid upprepad destillation under förminskadt tryck, behandlades denna fraktion med natriumbisulfit, ty såväl kokpunkt som de reducerande egenskaper, hvilken tillkommo denna fraktion, antydde att den borde innehålla den önskade aldehyden. Vid om-

skakning med en mycket koncentrerad, nyss beredd natriumbisulfitlösning ägde uppvärmning rum, ech hela portionen stelnade till en smörlik massa, i hvilken små hexagonala eller dikvadratiska, otydligt utbildade kristallblad kunde skönjas. Massan behandlades därefter med eter, som borttog öfverskottet af olja, och af återstoden filtrerades en mindre del med sugpump, torkades väl mellan filtrerpapper och utkokades med alkohol. Härvid löste sig största delen, och lösningen kvarlämnade vid afdunstning en fettglänsande mikrokristallinisk massa, hvilken består af färglösa runda kristallskifvor. Den omkristalliserades ännu engång ur absolut alkohol, hvarefter den vid analysen lämnade följande resultat:

0,2571 g substans gaf 0,0762 g Na_2SO_4;

Beräknadt för $C_9H_{16}O + NaHSO_3$:		Funnet:
Na	— 9,60 %	9,43 %.

Häraf framgår att den rena bisulfitföreningen af aldehyden $C_9H_{16}O$ föreligger. Större delen af den med natriumbisulfit erhållna fasta föreningen äfvensom vattenlösningen försattes med koncentrerad sodalösning. Oaktadt mängden af den fasta föreningen icke var alldeles liten, erhölls härvid, efter grundlig omskakning af vattenlösningen med eter och sedan etern afdunstats, endast en ringa mängd (knapt mer än 1 g) af en olja, hvilken med vanligt tryck kokade omkring 192°. Emedan den var gulfärgad och på grund däraf, att den med en så ringa kvantitet utförda destillationen icke lämnade garantier för att substansen var ren, utfördes ingen analys af densamma. Den äger en stark enantollukt, hvilken liksom den, som tillkommer syrorna och dess derivater, är mycket intensiv och häftar länge vid föremål, som kommit i beröring därmed. Att en aldehyd värkligen föreligger, bevisas af dess förmåga att med natriumbisulfit bilda en förening samt däraf, att den i ammoniakalisk lösning reducerar silfversalter under tydlig spegelbildning.

Såsom af ofvanstående framställning framgår, gaf äfven detta försök ett nästan negativt resultat. Jag var icke i stånd att genom torr destillation af oktonaftensyrans bariumsalt med myrsyradt barium erhålla en enhetlig produkt, ehuru alla försiktighetsmått blifvit iakttagna och oaktadt det använda arbetssättet ger tillfredsställande resultat i paraffinserien samt äfven äger sin tillämpning på de aromatiska syrorna. Orsaken härtill ligger utan tvifvel däri, att de ringformiga, med väte fullt mättade kolkärnorna vid högre temperatur äro så litet beständiga. Såsom jag redan tidigare framhållit, visa försöken att ur polymetylenkarbonsyrornas kalciumsalter erhållå motsvarande kolväten under

afspjälkning af koldioxid, att en hel serie af sönderdelningsprodukter bildas. Utom Kræmers och Böttchers samt Perkin jr:s försök, hvilka tidigare anförts, kan jag ännu omnämna ett af senare datum, nämligen ur ett ännu opubliceradt arbete af W. Thiel i *Wislecenus'* laboratorium i Leipzig. Vid försök att afspjälka koldioxid ur kamfolensyrans molekyl, hvilken äfven innehåller en ringformig, om också icke fullt hydrerad kärna, genom upphettning af dess kalciumsalt med natronkalk, erhölls icke någon enhetlig produkt.

Reduktion af heptanaftenkarbonsyra med jodväte.

Då de i det föregående skildrade försöken att ur aminerna och aldehyderna komma till de kolväten, ur hvilka naftensyrorna härleda sig, icke gifvit önskadt resultat, beslöt jag att använda en reaktion, som ännu aldrig slagit felt i antydt afseende, ehuru dess utförande är förenadt med vissa experimentella svårigheter; den förutsätter arbete under högt tryck i tillsmälta rör och med små substansmängder, hvilket blir besvärligt då större kvantiteter skola förarbetas. Jag menar den af Berthelot upptäckta och med framgång använda reduktionsmetoden, som beror på invärkan af jodväte vid hög temperatur; den har med goda resultat blifvit använd af Krafft för framställande af flere högmolekulära paraffiner. Då temperaturen i ifrågavarande fall, då det gäller att reducera karboxyl till metyl, icke behöfver öfverstiga 250°, så var det antagligt att den ringformiga kärnan i naftensyrorna skulle blifva bestående, med så mycket större sannolikhet, som Wreden under sina arbeten med de hexahydrerade benzolerna funnit, att dessa icke ens vid 300° påvärkas sönderdelande af jodväte.

Äfven här visade det sig emellertid, att reaktionen icke förlöper så glatt som med fettsyrorna, utan att högre kokande kolväten samtidigt bildas, likvisst i underordnad mängd och med så hög kokpunkt, att den egentliga reaktionsprodukten med lätthet kunde afskiljas. Till dessa försök valde jag åter heptanaftenkarbonsyra, emedan det motsvarande kolvätet, octonaften, var noggrant undersökt af Markownikow och hans elever. Jag opererade på följande sätt.

4 g af syran, 0,4 g röd fosfor och 3 cc jodvätesyra af specifika vigten 1,7 infördes i ett bombrör med 2 mm starka väggar, som sedan omsorgsfullt tillsmältes. Fyra sådana rör upphettades samtidigt i en kanonugn, försedd med plåtmantel, så att temperaturen i ugnen icke visade större variationer än 10—15° på olika ställen. Temperaturen under första upphettningen 200°,

tiden 4 timmar. Sedan rören fullständigt kallnat, öppnades desamma, hvarvid de under starkt tryck varande gaserna afgingo. Den koniska spetsen afsprängdes, 0,4 g fosfor infördes ånyo i hvarje rör, som därpå tillsmältes, sedan den öppna ändan både in- och utvändigt blifvit rengjord med vatten och alkohol. Denna operation måste utföras mycket omsorgsfullt, emedan glaset i annat fall vid tillsmältningen blir grumligt och bildar blåsor, så att man icke lyckas få en god och jämn spets på rören. Dessa upphettas åter i 4—5 timmars tid vid 220°, hvarefter nämda operation upprepas, med den skilnad, att jämte fosforn införes 0,4—0,5 cc vatten. Efter den tredje upphettningen, som fortgår vid c:a 230° i 4—5 timmars tid, öppnas rören ännu engång för införande af fosfor och vatten samt tillsmältas för att för fjärde gången upphettas vid sistnämda temperatur och under lika lång tid. Man kan äfven komma tillrätta med upphettning i 3 repriser, i fall man första gången använder 4 cc jordvätesyra samt 0,8 g fosfor samt låter invärkan ske under 7 timmars tid, hvarvid temperaturen mot slutet kan stegras till 220°; därefter fortgår operationen på samma sätt som ofvan beskrifvits. Kapillarröret i glasrörens spets måste vara ganska långt, och vid öppnandet bör man vara försiktig samt endast upphetta den yttersta spetsen däraf; härigenom hafva de starkt sammanprässade gaserna icke tillfälle att våldsamt utvidgas, utan de afgå småningom genom kapillarröret. Försiktigheten bjuder äfven att utföra denna operation medan röret befinner sig i själfva ugnen. Arbetar man på ofvananförda sätt och har man tillgång till goda bombrör, så går reduktionen jämnt och säkert. Ehuru jag inalles använde 16 rör och å hvart och ett af dessa gjorde 3, i de flesta fall 4 tillsmältningar, hände det ej en enda gång, att ett rör skulle hafva sprungit.

Detta sätt att arbeta, hvars idé härrör af Krafft, beror därpå att en för fullständig reduktion otillräcklig mängd jodväte från början förefinnes i rören. Genom nya mängder fosfor och vatten nybildas detta ämne ständigt och mångdubblas under operationens förlopp, tills fullständig reduktion ägt rum. Reaktionsdroduktens utseende under de olika stadierna af upphettningen lämnar också en trogen bild af reduktionen. Efter den första upphettningen har substansen blifvit mörkbrunfärgad men är ännu ganska lättflytande, efter den andra är den nästan svart och mycket trögflytande samt håller sig endast med svårighet ofvanpå den ljusgulfärgade vattenlösningen af jodväte och fosforsyrlighet; efter tredje stadiet af reaktionen har ett lättflytande, nästan färglöst skikt, bestående af kolvätet, afskiljt sig ofvanpå den mörkfärgade organiska reaktionsprodukten, och till sist har denna efter slutförd reduktion nästan fullständigt och med undantag af en hartsartad substans förvandlats i kolväte.

Efter andra upphettningen uppträder dessutom i röret en mindre kvantitet gula glänsande kristaller af en jod- och fosforhaltig substans, hvilken är löslig i jodvätesyra men af vatten långsamt sönderdelas till ett färglöst kristalliniskt ämne med sur reaktion; samtidigt bildas jodvätesyra. Vid upphettning afskiljes därur kol. Tyvärr tillät den ringa mängden icke en analys af detta ämne, som utan tvifvel är en mellanprodukt af reduktionen och möjligen hade kunnat lämna upplysning om mekanismen af den komplicerade reaktion, hvarigenom syrornas reduktion medelst jodväte försiggår.

Efter reduktionens slut afskiljdes det lättflytande öfversta skiktet, som ägde en utpräglad lukt åt rysk petroleum, medelst en lång pipett med fin spets från den öfriga reaktionsmassan, hvilken vid behof försattes med vatten, för att underlätta pipetteringen. De olika portionerna af kolvätet förenades och omskakades väl med natronlut tills det visade neutral reaktion, uppvärmdes därefter en half timmes tid med fast natriumhydrat och ungefär lika lång tid med metalliskt natrium tills någon vätgasutveckling ej mer kunde skönjas. Vid den därpå följande rektifikationen, som äfven utfördes öfver metalliskt natrium, steg temperaturen hastigt till 112°, därefter långsammare till 115°; från denna värmegrad började och ända till 119° öfverdestillerade hufvudmängden, hvarefter temperaturen först långsammare, sedan mycket raskt steg till inemot 240°, och nu öfvergick mellan 240—260 den återstående fjärdedelen af kolvätet. Hufvudprodukten, som första gången upptogs mellan 112 och 122° och i flere fraktioner, underkastades en systematisk fraktionerad destillation. Härvid erhölls efter tionde destillationen en vid 117—118°, under då rådande lufttryck af 742 ^{mm} konstant kokande vätska, hvars vikt utgjorde 9 gr; de angränsande fraktionerna hade nu blifvit mycket mindre och delvis nästan alldeles försvunnit. Af 48 g heptanaftenkarbonsyra erhölls således 29% af det rena kolvätet. Krafft anger, att utbytet af paraffiner ur de högre fettsyrorna aldrig öfverstiger 50% af det beräknade. Genom den långvariga fraktionerade destillationen hade jag naturligtvis lidit förluster, och om jag hade nöjt mig med den något mera varierande kokpunkten 115—119°, hvilken t. ex. Wreden angifver för sin metahexahydroxylol, så hade utbytet säkert uppgått till 50%. I detta fall gälde det emellertid framför allt, att erhålla ett fullkomligt rent och konstant kokande kolväte för att noggrant kunna fastställa dess fysikaliska egenskaper, och därunder fick utbytet naturligtvis lida. Analysen af det rena kolvätet gaf följande resultat:

0,1716 substans gaf 0,5378 CO_2 och 0,2227 g H_2O;
0,1517 „ „ 0,4745 „ „ 0,1969 „ „ ;

Beräknadt för $C_8 H_{16}$:		Funnet:	
C	85,71 %	85,48 %	85,31 %
H	14,29 „	14,42 „	14,42 „

Det erhållna kolvätet är en lättflytande, ljusbrytande vätska, hvilken har egenskapen att afdunsta ganska raskt redan vid vanlig temperatur. Lukten påminner om petroleum, men är svagare och behagligare. Brom utöfvar vid vanlig temperatur ingen invärkan på kolvätet; om en ringa kvantitet däraf införes i en större mängd af kolvätet, affärgas icke lösningen på 12 timmar. Vanlig koncentrerad svafvelsyra invärkar icke därpå, ej ens vid upphettning; rykande svafvelsyra löser kolvätet, hvarom mera längre fram. Rykande salpetersyra synes icke vid rumtemperatur angripa detsamma, men i närvara af koncentrerad svafvelsyra inträder oxidation.

Kolvätets specifika vikt bestämdes och erhöllos därvid följande tal:

Kolvätets vikt vid 17°	2,4881 g.
D:o d:o vid 0°	2,5320 g.
Vikten af samma volym vatten vid 17°	3,2823 g.
D:o d:o d:o d:o vid 0°	3,2857 g.
D:o d:o d:o d:o vid 4°	3,2862 g.

Härur beräknas *specifika vikten* $D\,{}^{17}/_{17} = 0{,}7580$; $D\,{}^{0}/_{0} = 0{,}7706$; $D\,{}^{17}/_{0} = 0{,}7573$; $D\,{}^{17}/_{4} = 0{,}75714$; $D\,{}^{0}/_{4} = 0{,}77049$; *utvidgningskoefficienten* $\frac{dV}{dt} = 0{,}00078$; *molekularvolymen* vid $0° = 145{,}4$.

Vidare bestämdes refraktionskoefficienten medelst ABBÉ's refraktometer och vid natriumljus, och erhölls härvid $n = 1{,}4186$ vid 17°. Med tillhjälp af LORENZ' formel beräknas härur *molekularrefraktionen* $\frac{n^2-1}{n^2+2}\cdot\frac{M}{d} = 37{,}28$.

Om man använder de af CONRADI[1]) bestämda refraktionsekvivalenterna för kol- och väteatomen ($C = 2{,}501$ och $H = 1{,}0512$), så erhåller kolvätet $C_8 H_{16}$ med ringformig kärna och således utan dubbelbindning en molekularrefraktion $= 36{,}82$, hvilken såsom synes nära öfverensstämmer med ofvanstående direkt bestämda tal, För jämförelses skull vill jag anföra, att motsvarande paraffinkolväte $C_8 H_{18}$ äger den beräknade molekularrefraktionen 38,93 och etylenkolvätet $C_8 H_{16}$ molekularrefraktionen 38,53. Af dessa tal kan den viktiga slutsats dragas, för det första, att *det vid heptanaftenkar-*

[1]) Zeitschrift für physic. Chemie 1892. 210.

bonsyrans reduktion erhållna kolvätet innehåller en ringformig, fullt hydrerad kärna, och för det andra, *att kolvätet $C_8 H_{16}$, och icke någon homolog af detsamma föreligger*, hvilket icke framgår af elementaranalysen, emedan alla kolväten af formeln $C_n H_{2n}$ äga samma procenthalt af kol och väte. Beräknar man nämligen molekularrefraktionen för de närmaste homologerna till $C_8 H_{16}$, så erhålles för $C_7 H_{14}$ talet 32,22 för $C_9 H_{18}$ 41,42.

Vid en jämförelse mellan de ofvan anförda talen, som hänföra sig till det erhållna kolvätets specifika vikt, utvidgningskoefficient och molekularvolym, med dem, som tillkomma det motsvarande kolvätet, hvilket direkt framställts ur naftan från Baku, så finner man att en anmärkningsvärd öfverensstämmelse äger rum. För att underlätta öfversikten vill jag i följande tabell göra en sammanställning af densamma.

Kolväte, erhållet	*Formel.*	*Kokpunkt.*	*Specifik vikt.*	$\frac{dV}{dt}$.	*Molekular-volym.*
vid reduktion af heptanaftenkarbonsyra.	$C_8 H_{16}$	117—118° vid 742 mm luft-tryck	$D\, ^{17}/_{17} = 0{,}7580$ $D\, ^{0}/_{0} = 0{,}7706$	0,00078 ($^{17}/_{0}$)	145,4 (0°)
Oktonaften, framställdt af MARKOWNIKOW ur kaukasisk nafta[1])	$C_8 H_{16}$	119° vid 755 mm lufttryck	$D\, ^{17}/_{17} = 0{,}7582$ $D\, ^{0}/_{0} = 0{,}7714$	0,000777 ($^{17}/_{0}$)	145,9 (0°)

Kolvätet ur heptaraftenkarbonsyra är på grund häraf identiskt med MARKOWNIKOWS *oktonaften*, ty en större öfverensstämmelse, än dessa kolväten förete i sina fysikaliska egenskaper, kan sällan konstateras vid framställning af *ett och samma ämne* enligt två särskilda metoder.

Denna oktonaften anses af MARKOWNIKOW och SPADY[2]) identiskt med m. hexahydroxylol; de öfverförde nämligen detta kolväte genom en upprepad upphettning med svafvel i tillsmälta rör och vid hög temperatur delvis uti m. xylol, samt erhöllo vid behandling däraf med rykande svafvelsyra en

[1]) M. KONOWALOW. Нафтены, гексаждробенсолы и ихъ производныя. Tabellen i slutet.
[2]) Berichte d. d. chem. Gesellsch. 1887. 1850.

blandning af svafvelsyror, hvilka efter afspjälkning af sulfongrupperna gåfvo upphof åt ett kolväte, hvarur trinitro(m)xylol uppkom vid invärkan af salpetersvafvelsyra.

Hvad det vid 240—260° kokande kolvätet beträffar, hvilket erhölls såsom biprodukt vid behandling af hoptanaftenkarbonsyra med jodväte, så blir kokpunkten efter tre gångers fraktionering konstantare och ligger vid ungefär 256°. Det är lättare än vatten och äger en utpräglad petroleumlukt. Angående dess sammansättning kan jag ej ännu uttala mig med bestämdhet, men förmodar att det utgöres af en dioktonaften $C_{16}H_{30}$, uppkommen genom att tvänne rester $C_7H_{13}.CH_2$ — vid reduktionen blifvit sinsemellan förenade.

Invärkan af rykande svafvelsyra på kolvätet C_8H_{16}.

Ofvan har på grund af jämförelsen mellan vissa fysikaliska konstanter, tillkommande detta kolväte och oktonaften, på bindande skäl den slutsats uttalats, att dessa kolväten äro identiska. Då detta faktum är af synnerlig vikt, emedan det innehåller beviset för den kemiska sammanhörigheten af naftener och naftensyror, ansåg jag det vara af stort intresse att ytterligare på experimentell väg bekräfta detsamma. Därför har jag gjort ett försök att öfverföra kolvätet C_8H_{16} uti ett derivat från aromatiska serien, och använde jag härvid den af Markownikow och Spady använda, redan nämda metoden, att behandla detsamma med rykande svafvelsyra. Äfven från den synpunkt var ett försök i denna riktning intressant, att nämda autorer visserligen angifva [1]), att de erhållit trinito-m-xylol ur oktonaften, men icke bilägga några analytiska data, hvilka skulle stödja denna åsikt.

Hela den återstående delen af kolvätet, utgörande 8 g, infördes i en stark glasflaska med väl slutande propp och försattes portionsvis med c:a 10 g rykande svafvelsyra, hvarefter flaskan kraftigt omskakades. Härvid inträdde stark uppvärmning och svafveldioxid utvecklades i stora kvantiteter. Genom att tid efter annan försiktigt öppna på proppen fick gasen afgå. Efter hvarje tillsats af svafvelsyran aftog kolväteskiktet synbarligen i storlek, och sedan c:a 130 g af syran införts, hade detta fullkomligt försvunnit. Lösningen utspäddes numera med en stor mängd vatten, hvilket innehöll isstycken för undvikande af uppvärmning, och den nästan klara lösningen försattes med rent bariumkarbonat, tills neutral reaktion inträdde. Efter filtrering och fullständig uttvättning af bariumsaltet med vatten, afdunstades den svagt gulfärgade lösnin-

[1]) Berichte d. d. chem. Gesellsch. 1887. 1850.

gen på vattenbad till torrhet. Härvid visade sig, att tvänne bariumsalt förefunnos i lösningen, nämligen ett svårlösligt, som afskiljer sig i kristaller, och ett mycket lättlösligt, hvilket först efter fullständig afdunstning kvarblir i form af en gummiartad massa. Detta bekräftar Markownikows på en bariumbestämning å saltet stödda uppgift, att en blandning af mono- och disulfonsyror föreligger. Då ett prof af den brunfärgade saltmassan, som vägde 8 g, försattes med svafvelsyra, afskiljde sig vid lösningens afdunstande en i vatten lätt löslig sulfonsyra i vattenklara, väl utbildade prismer. Oberoende häraf öfverfördes hela mängden af bariumsaltet medelst sodalösning i natriumsaltet, och ur detta, som utgjorde en otydligt kristallinisk massa, afspjälktes sulfonsyreresten enligt Armstrongs metod.

För ändamålet öfvergjöts saltet med sin dubbla volym vanlig koncentrerad svafvelsyra uti en liten kolf, som upphettades i oljbad, och under långsamt stegrad temperatur, som vid försökets början utgjorde 120° och mot slutet 160°, inleddes en ström vattenånga i massan, sålänge någonting öfverdestillerade. Destillatet, som luktade åt svafveldioxid, innehöll efter operationens slut kolvätet i form af oljdroppar, hvilka flöto på vattnet. Sedan detta upptagits med eter och eterlösningen försiktigt afdunstats, infördes den ringa återstoden, såvidt möjligt under undvikande af förluster, i en liten otubulerad retort med lång hals och försattes försiktigt med en kall blandning af 3 delar koncentrerad svafvelsyra och 1 del rykande salpetersyra i öfverskott, hvarvid den första något häftiga reaktionen dämpades genom afkylning. Under flitig omskakning upphettades retorten vid salpetersyrans kokpunkt, ända tills den på syreblandningen flytande reaktionsprodukten blifvit fullkomligt fast vid nämda temperatur, eller ungefär 1 timmes tid. Efter afsvalnandet slogs retortens innehåll uti större mängd kallt vatten, de afskiljda kristallerna affiltrerades med sugpump och uttvättades på filtrum med kallt vatten. Den nästan torra, svagt svafvelgult färgade kristallmassan utkokades med små kvantiteter alkohol (90 %), hvari den är mycket svårlöslig, äfven vid kokning, och den numera nästan färglösa produkten upplöstes i en blandning af absolut alkohol och benzol (5 : 1). Ur den vid kokning mättade lösningen afskiljde sig vid afsvalnande flere cm långa prismatiska nålar, hvilka tilltogo i mängd och storlek, när lösningen fick stå i 24 timmars tid. Efter filtrering, tvättning på filtrum med absolut alkohol och torkning vid 100° utgjorde den erhållna mängden 0,5 g; ur moderluten erhölls ännu en mindre mängd 0,06 g i rent tillstånd. Analysen gaf följande resultat:

0,1643 g substans gaf 25,0 cc N af 16° temperatur och 749 mm tryck;
0,1617 g substans gaf 0,2350 g CO_2 och 0,0452 g vatten;

	Beräknadt för $C_6H(CH_3)_2(NO_2)_3$:	Funnet:
C	39,84 %	39,64 %
H	2,90 „	3,09 „
N	17,42 „	17,47 „
O	39,84 „	39,80 „
	100,00 %	100,00 %

Genom sin konstanta smältpunkt vid 180° och sin svårlöslighet i alkohol karakteriseras denna trinitroxylol såsom den, hvilken af MARKOWNIKOW särskilda gånger och enligt olika metoder erhållits ur octonaften, och som *bildas ur metaxylol vid kokning med salpeter-svafvelsyra.* MARKOWNIKOW angifver smältpunkten 179—180°. Den äger följande struktur:

```
          CH3
           |
    NO2   C   NO2
       \ / \\ /
        C    C
        ||   |
       HC    C
         \    \
          C   CH3
          |
         NO2
```

Det faktum, att trinito-m-xylol erhålles ur det kolväte C_8H_{16}, hvilket uppkommer vid reduktion af heptanaftenkarbonsyra, lämnar ett ytterligare bevis på riktigheten af den slutsats, som redan tidigare uttalats på grund af bestämningen af dess fysikaliska egenskaper, nämligen:

att detta kolväte C_8H_{16} är identiskt med MARKOWNIKOWS oktonaften af k. p. 118°.

Härmed har klarhet vunnits i frågan om de i den kaukasiska naftan förekommande naftenernas och naftensyrornas kemiska sammanhörighet.

Föreliggande undersökning ger vid handen, att naftensyrorna äro enkla derivater af naftenerna och stå till de sistnämda i samma förhållande som fettsyrorna till paraffinerna.

14 Mars 1891.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ

TOM. XIX. № 9.

EN SYMMETRISK LÖSNING

AF

LIKHETER AF 2-dra, 3-dje OCH 4-de GRADEN.

AF

D:r S. LEVÄNEN,

DOCENT VID KEJS. ALEXANDERS-UNIVERSITET I FINLAND.



En symmetrisk lösning af likheter af 2-dra, 3-dje och 4-de graden.

Utvecklingar och förvandlingar af algebraiska expressioner, innehållande ett visst antal bokstäfver, hvilkas summa $= o$, förekomma ofta i läran om likheter, emedan summan af rötterna till en likhet, som „saknar andra termen", just har nämda egenskap. Man kunde visserligen eliminera en af bokstäfverna och operera med de återstående, men man skall finna att formlerna blifva särdeles enkla och lätthandterliga, om man i stället för de gifna bokstäfverna inför nya sådana, öfver hvilka man kan disponera på sådant sätt, att de enkla symmetriska funktionerna af de gifna bokstäfverna erhålla möjligast enkla uttryck i de nya bokstäfverna.

Är t. ex.

$$a + b + c = o.$$

och man sätter

$$(1) \qquad \begin{cases} a = h + k, \\ b = \omega h + \omega^2 k, \\ c = \omega^2 h + \omega k, \end{cases}$$

däri ω och ω^2 äro de komplexa kubikrötterna ur 1, uppnås antydda ändamål. Man får näml.

$$(2) \qquad \begin{cases} a + b + c = o, \\ ab + ac + bc = -3hk, \\ abc = h^3 + k^3 \end{cases}$$

samt (diskriminanten)

$$(3) \qquad \Delta = (a-b)^2 (a-c)^2 (b-c)^2 = -27\,(h^3 - k^3)^2 .^1$$

---

[1] Sättes $a = h + k$, $b = \alpha h + \beta k$, $c = \beta h + \alpha k$ samt α och β bestämmas så, att högra membra i likheterna $ab + ac + bc = (\alpha + \beta + \alpha\beta)(h^2 + k^2) + (2\alpha + 2\beta + \alpha^2 + \beta^2)hk$, $abc = \alpha\beta\,(h^3 + k^3) + (\alpha\beta + \alpha^2 + \beta^2)(h + k)hk$ blifva möjligast enkla uttryck, finner man att detta sker endast, när $\alpha + \beta + \alpha\beta = o$, hvilken likhet i förening med $1 + \alpha + \beta = o$ ger $\alpha = \frac{-1 + \sqrt{-3}}{2} = \omega$ och $\beta = \frac{-1 - \sqrt{-3}}{2} = \omega^2$. Koefficienten $\alpha\beta + \alpha^2 + \beta^2$ försvinner då af sig själf.

Beträffande fyra tal a, b, c och d, hvilkas summa $= o$, erhållas de största möjliga förenklingar uti i fråga varande hänseende, om man sätter

$$(4)\qquad \begin{cases} a = h + k + l, \\ b = h - k - l, \\ c = - h - k + l, \\ d = - h + k - l. \end{cases}$$

Man får näml.

$$(5)\qquad \begin{cases} a + b + c + d = o, \\ ab + ac + ad + bc + bd + cd = - 2\,(h^2 + k^2 + l^2), \\ abc + abd + acd + bcd = 8hkl, \\ abcd = (h^2 + k^2 + l^2)^2 - 4\,(h^2k^2 + h^2l^2 + k^2l^2) \end{cases}$$

samt

$$(6)\quad \Delta = (a-b)^2(a-c)^2(a-d)^2(b-c)^2(b-d)^2(c-d)^2 = 2^{12}(h^2-k^2)^2(k^2-l^2)^2(l^2-h^2)^2.$$

Vi anföra ytterligare följande exempel på symmetriska funktioner.

a)

$$a + b + c = o,$$

$$\begin{aligned} a^2 + b^2 + c^2 &= 6hk = - 2\,(ab + ac + bc), \\ a^3 + b^3 + c^3 &= 3(h^3 + k^3) = 3abc, \\ a^4 + b^4 + c^4 &= 18h^2k^2 = \tfrac{1}{2}\,(a^2 + b^2 + c^2)^2, \\ a^5 + b^5 + c^5 &= 15hk\,(h^3 + k^3) = - 5abc(ab + ac + bc). \end{aligned}$$

b)

$$a + b + c + d = o,$$

$$\begin{aligned} a^2 + b^2 + c^2 + d^2 &= 4(h^2 + k^2 + l^2) = - 2(ab + ac + ad + bc + bd + cd), \\ a^3 + b^3 + c^3 + d^3 &= 24hkl = 3(abc + abd + acd + bcd), \\ a^4 + b^4 + c^4 + d^4 &= 4(h^2 + k^2 + l^2)^2 + 16(h^2k^2 + k^2l^2 + l^2k^2) = 2(ab + \cdots)^2 - 4abcd, \\ a^5 + b^5 + c^5 + d^5 &= 80(h^2 + k^2 + l^2)hkl = - 5(ab + \cdots)\,(abc + \cdots). \end{aligned}$$

Dessa likheter följa omedelbart ur de newtonska formlerna för symmetriska funktioner, men kunna jämväl, hvilket just här afses, lätt bevisas med tillhjälp af binomial- resp. polynomialteoremet.

Det är klart, att ofvanstående metod kan utsträckas till flere än 4 bokstäfver, ehuru formlerna hastigt kompliceras, då bokstäfvernas antal tillväxer

Vi vilja anföra dem, som gälla för 5 bokstäfver, hvilkas summa $= o$. Betecknas dessa med a, b, c, d, e samt ω betecknar en imaginär 5-te rot ur 1 och man sätter

$$\begin{aligned} a &= h + k + l + m, \\ b &= \omega h + \omega^2 k + \omega^3 l + \omega^4 m, \\ c &= \omega^2 h + \omega^4 k + \omega l + \omega^3 m, \\ d &= \omega^3 h + \omega k + \omega^4 l + \omega^2 m, \\ e &= \omega^4 h + \omega^3 k + \omega^2 l + \omega m, \end{aligned}$$

finner man

$$\begin{aligned} &\Sigma a = o, \\ &\Sigma ab = -5(hm + kl), \\ &\Sigma abc = 5(hk^2 + km^2 + ml^2 + lh^2), \\ &\Sigma abcd = -5(h^3k + k^3m + m^3l + l^3h + hklm - h^2m^2 - k^2l^2), \\ &abcde = h^5+k^5+l^5+m^5+5(h^2k^2m+k^2m^2l+m^2l^2h+l^2h^2k-h^3lm-k^3lm-l^3km-m^3hk),^{1} \end{aligned}$$

af hvilka de två sista likheterna kunna sammandragas till

$$\begin{aligned} &\tfrac{1}{25}\Sigma^2 ab - \tfrac{1}{5}\Sigma abcd = h^3k + k^3m + m^3l + l^3h + 3hklm, \\ &\tfrac{1}{5}\Sigma ab \times \Sigma abc + abcde = h^5 + k^5 + l^5 + m^5 - 10(h^3lm + k^3lh + l^3km + m^3hk). \end{aligned}$$

Bland ytterligare exempel, på hvilka föregående formler med fördel kunna användas, anföra vi följande identiteter och transformationer, hvilkas riktighet skall verificeras (Jmf. **Hall & Knight Higher Algebra**, London 1887, p. 443).

Ex. 1. $(a-b)^5 + (b-c)^5 + (c-a)^5 = 5(a-b)(b-c)(c-a)(a^2+b^2+c^2-ab-ac-bc)$. Man har näml. $(a-b)+(b-c)+(c-a)=o$ och $(a-b)(b-c)+(a-b)(c-a)+(b-c)(c-a) = -a^2-b^2-c^2+ab+ac+bc$.

Ex. 2. $(a-b)^7 + (b-c)^7 + (c-a)^7 = 7(a-b)(b-c)(c-a)(a^2+b^2+c^2-ab-ac-bc)^2$.

Ex. 3. $(a-b)^{11} + (b-c)^{11} + (c-a)^{11} = 11(a-b)(b-c)(c-a)(a^2+b^2+c^2-ab-ac-bc)\Big((a-b)^2, (b-c)^2(c-a)^2 + (a^2+b^2+c^2-ab-ac-bc)^3\Big)$.

Ex. 4. $(a-b)^6 + (b-c)^6 + (c-a)^6 = 3\Big((a-b)^2(b-c)^2(c-a)^2 + 6(a^2+b^2+c^2-ab-ac-bc)\Big)$.

Ex. 5. $(a-b)^9 + (b-c)^9 + (c-a)^9 = 3(a-b)(b-c)(c-a)\Big((a-b)^2(b-c)^2(c-a)^2 + 3(a^2+b^2+c^2-ab-ac-bc)\Big)$.

Ex. 6. $(a-b)^{2n+1} + (b-c)^{2n+1} + (c-a)^{2n+1}$ innehåller $(a-b)(b-c)(c-a)(a^2+b^2+c^2-ab-ac-bc)$ som faktor, i fall $2n+1$ icke är en multipel af 3.

Ex. 7. $\Big((a-b)^7 + (b-c)^7 + (c-a)^7\Big)\Big((a-b)^3 + (b-c)^3 + (c-a)^3\Big) = \frac{21}{25}\Big((a-b)^5 + (b-c)^5 + (c-a)^5\Big)^2$.

---

[1] Bildandet af högra membra i dessa likheter underlättas betydligt, om man observerar hvilka termer i dem kunna förekomma. I uttrycket för Σab t. ex. kunna endast ingå hm och kl, men icke h^2, hk o. s. v., emedan i uttrycken för $b, c \ldots e$, upphöjda till kvadrat, koefficienterna för de sistnämda produkterna blifva imaginära, hvarför dessa produkter måste försvinna vid summeringen.

Ex. 8. Om $a+b+c=o$ och $x+y+z=o$, är $ax+by+cz=3(hm+kl)$, om a, b, c uttryckas i h och k samt x, y, z i l och m.

Ex. 9. Om $a+b+c+d=o$ och $x+y+z+u=o$, är $ax+by+cz+du=4(hm+kn+lp)$, om a, b, c, d uttryckas i h, k, l samt x, y, z, u i m, n, p.

Ex. 10. Om $a+b+c+d+e=o$ och $x+y+z+u+v=o$, är $ax+by+cz+du+ev=5(hr+kq+lp+mn)$, om a, b, c, d, e uttryckas i h, k, l, m samt x, y, z, u, v i n, p, q, r.

Ex. 11. $4(ax+by+cz)^3-3(ax+by+cz)(a^2+b^2+c^2)(x^2+y^2+z^2)-2(a-b)(b-c)(c-a)(x-y)(y-z)(z-x)=54abcxyz$, i fall $a+b+c=o$ och $x+y+z=o$.

Den intressantaste användning, som kan göras af formlerna (1) — (6), är en *symmetrisk* lösning af likheter. Därmed förstås en lösningsmetod, hvarvid likhetens samtliga rötter, bortsedt från vissa bekanta koefficienter, äro på lika sätt medvärkande, under det en *substitutionsmetod* består däruti, att man söker satisfiera en till lösning förelagd likhet med ett uttryck af hypotetisk form, medan slutligen en *typmetod*, som jämväl är symmetrisk, utgår från någon osymmetrisk rationell expression af rötterna, hvars värde varieras genom permutation af rötterna på alla möjliga sätt och de sålunda erhållna värden betracktas som rötter till en likhet, hvars koefficienter blifva rationella funktioner af den gifna likhetens koefficienter. Hvarje metod ger upphof till en eller flere nya likheter, kallade resolventer, af hvilkas rötter den gifna likhetens rötter äro kända funktioner. Vi skola likväl i det följande eludera hvarje resolvent, i det vi fullfölja vår metod tils de sökta rötterna framträda i explicit form.

Om rötterna till likheten

$$x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \cdots + a_n = o$$

betecknas med x_1, x_2, $\cdots x_n$, är, såsom bekant,

$$\begin{aligned} \Sigma x_1 &= -a_1, \\ \Sigma x_1 x_2 &= a_2, \\ \Sigma x_1 x_2 x_3 &= -a_3, \\ &\vdots \\ x_1 x_2 \cdots x_n &= \pm a_n, \end{aligned}$$

på hvilka relationer emellan rötterna och koefficienterna till en likhet hvarje symmetrisk lösningsmetod väsentligen grundar sig.

Likheten af 2-dra graden.

$$\text{(a)} \qquad \begin{cases} x^2 + 2px + q = o, \\ x_1 + x_2 = -2p, \\ x_1 x_2 = q. \end{cases}$$

Emedan $x_1 + p$ och $x_2 + p$ äro två tal, hvilkas summa $= o$, sätta vi

(b) $$\begin{cases} x_1 + p = h, \\ x_2 + p = -h, \end{cases}$$

och återfå

$$x_1 + x_2 + 2p = o.$$

Multiplicerade med hvarandra gifva likheterna (*b*)

$$x_1 x_2 + p(x_1 + x_2) + p^2 = -h^2,$$
$$q - 2p^2 + p^2 = q - p^2 = -h^2,$$

hvaraf

(c) $$h = \sqrt{p^2 - q}$$

samt

(d) $$\sqrt{\Delta} = x_1 - x_2 = 2h = 2\sqrt{p^2 - q}$$

och slutligen

(e) $$\begin{cases} x_1 = -p + \sqrt{p^2 - q} = -p + \frac{1}{2}\sqrt{\Delta}, \\ x_2 = -p - \sqrt{p^2 - q} = -p - \frac{1}{2}\sqrt{\Delta}. \end{cases}$$



Anm. Man finner à priori att rotformeln till en likhet af 2-dra graden måste vara af formen $x = A + \sqrt{B}$, däri A och B äro rationella funktioner af likhetens koefficienter, och hvilka finnas lätt genom substitution eller ock på ett symmetriskt sätt.

Likheten af 3-dje graden.

(a) $$\begin{cases} x^3 + 3px^2 + 3qx + r = o, \\ \Sigma x_1 = -3p, \\ \Sigma x_1 x_2 = 3q, \\ x_1 x_2 x_3 = -r. \end{cases}$$

Emedan $x_1 + p$, $x_2 + p$ och $x_3 + p$ hafva o till summa, böra vi sätta

(b) $$\begin{cases} x_1 + p = h + k, \\ x_2 + p = \omega h + \omega^2 k, \\ x_3 + p = \omega^2 h + \omega k, \end{cases}$$

hvilka likheter i självfva värket återgifva

$$\Sigma x_1 + 3p = o \ (2).$$

Multiplicera vi samma tre likheter två och två och taga summan af resultaten, erhålla vi

$$\Sigma x_1 x_2 + p \cdot 2\Sigma x_1 + 3p^2 = -3hk \ (2),$$
$$3q - 6p^2 + 3p^2 = -3hk,$$

hvaraf

(c) $$hk = p^2 - q.$$

Produkten af i fråga varande likheter (b) blir

$$x_1 x_2 x_3 + p\Sigma x_1 x_2 + p^2 \Sigma x_1 + p^3 = h^3 + k^3 \ (2),$$
$$-r + 3pq - 3p^3 + p^3 = h^3 + k^3,$$

hvaraf

(d) $$h^3 + k^3 = -2p^3 + 3pq - r.$$ [1]

Slutligen erhålles genom att subtrahera förenämda likheter från hvarandra, två och två, samt genom att hopmultiplicera resultaten

(e) $$\sqrt{\Delta} = 3\sqrt{-3}\,(h^3 - k^3) \ (3)$$

eller

(f) $$h^3 - k^3 = -\tfrac{1}{9}\sqrt{-3\Delta}.$$

Explicit uttryck för Δ erhålles lätt, emedan

(g) $$\Delta = -27(h^3 - k^3)^2 = -27\Big((h^3 + k^3)^2 - 4h^3k^3\Big) = -27\Big((-2p^3 + 3pq - r)^2 - $$
$$- 4(p^2 - q)^3\Big) = 27(3p^2q^2 - 4q^3 - 4p^3r + 6pqr - r^2).$$

Likheterna (d) och (f) gifva

(h) $$\begin{cases} h = \sqrt[3]{\dfrac{-2p^3 + 3pq - r - \frac{1}{9}\sqrt{-3\Delta}}{2}}, \\ k = \sqrt[3]{\dfrac{-2p^3 + 3pq - r + \frac{1}{9}\sqrt{-3\Delta}}{2}}, \end{cases}$$

och omsider blifva rötterna

(i) $$\begin{cases} x_1 = -p + \sqrt[3]{\dfrac{-2p^3 + 3pq - r + \frac{1}{9}\sqrt{-3\Delta}}{2}} + \sqrt[3]{\dfrac{-2p^3 + 3pq - r - \frac{1}{9}\sqrt{-3\Delta}}{2}}, \\ x_2 = -p + \omega\sqrt[3]{\dfrac{-2p^3 + 3pq - r + \frac{1}{9}\sqrt{-3\Delta}}{2}} + \omega^2\sqrt[3]{\dfrac{-2p^3 + 3pq - r - \frac{1}{9}\sqrt{-3\Delta}}{2}}, \\ x_3 = -p + \omega^2\sqrt[3]{\dfrac{-2p^3 + 3pq - r + \frac{1}{9}\sqrt{-3\Delta}}{2}} + \omega\sqrt[3]{\dfrac{-2p^3 + 3pq - r - \frac{1}{9}\sqrt{-3\Delta}}{2}}. \end{cases}$$

---

[1] Af likheterna (*c*) och (*d*) följer resolventen $z^2 + (2p^3 - 3pq + r)z + (p^2 - q)^3 = 0$, hvars rötter äro h^3 och k^3.

Anm. Af formlerna (i) ses, att rotformeln till en likhet af 3-dje graden är af formen $x = A + \sqrt[3]{B + \sqrt{C}} + \sqrt[3]{B - \sqrt{C}}$, däri A, B och C äro rationella funktioner af likhetens koefficienter. Till denna form för en rot kan man komma à priori genom likhetsteoretiska betraktelser och man bestämmer sedan genom substitution eller ock på ett symmetriskt sätt de tre obekanta talen A, B och C. Därigenom undvikes bildandet af hvarje resolvent af högre grad än den första.

Den sedvanliga „diskussionen af rötterna" förbigå vi här liksom ock vid lösandet af den följande likheten.

Likheten af 4-de graden.

$$\text{(a)}\quad \begin{cases} x^4 + 4px^3 + 12qx^2 + 24rx + 12s = o, \\ \Sigma x_1 = -4p, \\ \Sigma x_1x_2 = 12q, \\ \Sigma x_1x_2x_3 = -24r, \\ x_1x_2x_3x_4 = 12s. \end{cases}$$

Alldenstund $x_1 + p$, $x_2 + p$, $x_3 + p$ och $x_4 + p$ äro fyra tal, hvilkas summa $= o$, sätta vi

$$\text{(b)}\quad \begin{cases} x_1 + p = h + k + l, \\ x_2 + p = h - k - l, \\ x_3 + p = -h - k + l, \\ x_4 + p = -h + k - l, \end{cases}$$

hvaraf återfås

$$\Sigma x_1 + 4p = o.$$

Multiplicera vi likheterna (b) med hvarandra två och två, 3 och 3 och taga hvar gång summan af resultaten samt hopmultiplicera slutligen de 4 likheterna erhålla vi efter hand

$$\Sigma x_1x_2 + p.\,3\Sigma x_1 + 6p^2 = -2(h^2 + k^2 + l^2)\ (5),$$
$$12q - 12p^2 + 6p^2 = -2(h^2 + k^2 + l^2),$$

hvaraf

$$\text{(c)}\quad h^2 + k^2 + l^2 = 3(p^2 - 2q),$$

samt

$$\Sigma x_1x_2x_3 + p.\,2\Sigma x_1x_2 + p^2.\,3\Sigma x_1 + 4p^3 = 8hkl\ (5),$$
$$-24r + 24pq - 12p^3 + 4p^3 = 8hkl,$$

eller

$$\text{(d)}\quad hkl = -p^3 + 3pq - 3r$$

och

$$x_1x_2x_3x_4 + p\Sigma x_1x_2x_3 + p^2\Sigma x_1x_2 + p^3\Sigma x_1 + p^4 = (h^2+k^2+l^2)^2 - 4(h^2k^2+k^2l^2+l^2h^2) \quad (5)$$

$$12s - 24pr + 12p^2q - 4p^4 + p^4 = 9(p^2-2q)^2 - 4(h^2k^2+k^2l^2+l^2h^2),$$

hvaraf

(e) $$h^2k^2+k^2l^2+l^2h^2 = 3(p^4 - 4p^2q + 3q^2 + 2pr - s).$$[1]

Slutligen ger produkten af i fråga varande likheters differenser, tagna två och två,

(f) $$\sqrt{\Delta} = 2^6(h^2-k^2)(k^2-l^2)(l^2-h^2) \quad (6)$$

eller

(g) $$(h^2-k^2)(k^2-l^2)(l^2-h^2) = 2^{-6}\sqrt{\Delta}.$$

Sätta vi nu för korthets skuld

(h) $$\begin{cases} A = p^2 - 2q, \\ B = p^4 - 4p^2q + 3q^2 + 2qr - s, \\ C = -p^3 + 3pq - 3r, \end{cases}$$

kunna vi fortsätta lösandet af vår likhet på följande sätt. Vi sätta

(i) $$\begin{cases} h^2 - A = u + v, \\ k^2 - A = \omega u + \omega^2 v, \\ l^2 - A = \omega^2 u + \omega v \end{cases}$$

och erhålla ur dessa likheter enligt förfarandet vid 3-dje gradens likhet

(k) $$\begin{cases} uv = A^2 - B, \\ u^3 + v^3 = C^2 - 3AB + 2A^3, \\ u^3 - v^3 = -\frac{2^{-6}}{9}\sqrt{-3\Delta}, \end{cases}$$

hvaraf följa

(l) $$\begin{cases} u = \sqrt[3]{\frac{C^2 - 3AB + 2A^3}{2} + \frac{2^{-7}}{9}\sqrt{-3\Delta}}, \\ v = \sqrt[3]{\frac{C^2 - 3AB + 2A^3}{2} - \frac{2^{-7}}{9}\sqrt{-3\Delta}} \end{cases}$$

---

[1] Af likheterna (*c*), (*d*) och (*e*) följer resolventen $z^3 - 3(p^2-2q)z^2 + 3(p^4 - 4p^2q + 3q^2 + 2pr - s)z - (p^3 - 3pq + 3r)^2 = o$, hvars rötter äro h^2, k^2 och l^2.

samt

$$
(\mathrm{m})\quad\begin{cases}
h=\sqrt{A+\sqrt[3]{\dfrac{C^2-3AB+2A^3}{2}+\dfrac{2^{-7}}{9}\sqrt{-3\varDelta}}+\sqrt[3]{\dfrac{C^2-3AB+2A^3}{2}-\dfrac{2^{-7}}{9}\sqrt{-3\varDelta}}},\\[2ex]
k=\sqrt{A+\omega\sqrt[3]{\dfrac{C^2-3AB+2A^3}{2}+\dfrac{2^{-7}}{9}\sqrt{-3\varDelta}}+\omega^2\sqrt[3]{\dfrac{C^2-3AB+2A^3}{2}-\dfrac{2^{-7}}{9}\sqrt{-3\varDelta}}},\\[2ex]
l=\sqrt{A+\omega^2\sqrt[3]{\dfrac{C^2-3AB+2A^3}{2}+\dfrac{2^{-7}}{9}\sqrt{-3\varDelta}}+\omega\sqrt[3]{\dfrac{C^2-3AB+2A^3}{2}-\dfrac{2^{-7}}{9}\sqrt{-3\varDelta}}}.
\end{cases}
$$

De sökta rötterna äro då

$$
(\mathrm{n})\quad\begin{cases}
x_1=-p+h+k+l,\\
x_2=-p+h-k-l,\\
x_3=-p-h-k+l,\\
x_4=-p-h+k-l.
\end{cases}
$$

För att få explicita uttryck för dem, utvecklar man

$$(\mathrm{o})\qquad C^2-3AB+2A^3=2q^3-6pqr+9r^2+3p^2s-6qs$$

och

$$(\mathrm{p})\quad \varDelta=27\times2^{12}\Big(4(A^2-B)^3-(C^2-3AB+2A^3)^2\Big)=27\times2^{12}\Big(4(q^2-2pr+s)^3-(2q^3-$$
$$-6pqr+9r^2+3p^2s-6qs)^2\Big)=$$
$$=27\times2^{12}\Big(-32p^3r^3+12p^2q^2r^2+36q^4s-24q^2s^2-6p^2r^2s-24prs^2-120pq^2rs-$$
$$-81r^4-9p^4s^2-36q^3r^2-12p^2q^3s+108pqr^3+36p^3qrs+108qr^2s+36p^2qs^2+4s^3\Big).$$

Anm. Den algebraiska formen för en rot till 4:de gradens likhet är således $x=A+\sqrt{B+\sqrt[3]{C+\sqrt{D}}+\sqrt[3]{C-\sqrt{D}}}+\sqrt{B+\omega\sqrt[3]{C+\sqrt{D}}+\omega^2\sqrt[3]{C-\sqrt{D}}}+$ $+\sqrt{B+\omega^2\sqrt[3]{C+\sqrt{D}}+\omega\sqrt[3]{C-\sqrt{D}}}$, hvartill man jämväl kan sluta sig genom aprioriska betraktelser. De 4 obekanta tala A, B, C och D äro rationella funktioner af likhetens koefficienter och bestämmas enklast genom på lämpligt sätt utförd substitution, hvarvid till lösning förekomma likheter af endast första graden.

Den ytterligare användning af formlerna (1) — (6), som vi i denna uppsats föresatt oss att göra, består däri, att vi på par enklare exempel visa, huru

lätt man med tillhjälp af dessa formler kan verificera den intressanta satsen i likhetsteorien, att rotformeln till en likhet, om i formeln för koefficienterna insättas dessas värden, uttryckta i rötterna, förvandlas till helt och hållet rationell funktion af rötterna, därigenom att hvarje förekommande rotutdragning låter exakt utföra sig, och, om tillbörligt afseende hafves på radikalernas mångtydighet, efterhand reducerar sig identiskt till en och hvar af rötterna.[1]

Expressionen $\sqrt[3]{b + \sqrt{b^2 - a^3}} + \sqrt[3]{b - \sqrt{b^2 - a^3}}$ satisfierar likheten

$$x^3 - 3ax - 2b = o.$$

Det gäller att visa att

$$x = \sqrt[3]{\frac{x_1x_2x_3}{2} + \sqrt{\frac{x_1^2x_2^2x_3^2}{4} + \left(\frac{x_1x_2 + x_1x_3 + x_2x_3}{3}\right)^3}} + \sqrt[3]{\frac{x_1x_2x_3}{2} - \sqrt{\frac{x_1^2x_2^2x_3^2}{4} + \left(\frac{x_1x_2 + x_1x_3 + x_2x_3}{3}\right)^3}}$$

reducerar sig till x_1, x_2 och x_3, då man iakttager att $\Sigma x_1 = o$.

Man får näml.

$$x = \sqrt[3]{\frac{h^3 + k^3}{2} + \sqrt{\frac{(h^3 + k^3)^2}{4} - h^3k^3}} + \sqrt[3]{\frac{h^3 + k^3}{2} - \sqrt{\frac{(h^3 + k^3)^2}{4} - h^3k^3}} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{h^3 + k^3}{2} + \frac{h^3 - k^3}{2}} + \sqrt[3]{\frac{h^3 + k^3}{2} - \frac{h^3 - k^3}{2}} = \sqrt[3]{h^3} + \sqrt[3]{k^3} =$$

$$= \begin{vmatrix} 1 \\ \omega \\ \omega^2 \end{vmatrix} h + \begin{vmatrix} 1 \\ \omega^2 \\ \omega \end{vmatrix} k,$$

hvaraf återfås

$$x_1 = h + k,$$
$$x_2 = \omega h + \omega^2 k,$$
$$x_3 = \omega^2 h + \omega k.$$

Ofvanstående verifikation kan jämväl ske genom vanlig rotutdragning, men den utfaller på långt när icke så enkel, som kalkylen här ofvan är.

---

[1]) För likheten af 2-drag raden verificeras satsen så lätt, att några konstgrepp ej behöfva användas. Man har nämligen $x^2 + 2px + q = o$, $x = -p \pm \sqrt{p^2 - q} = \frac{x_1 + x_2}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right)^2 - x_1x_2} = \frac{x_1 + x_2}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{x_1 - x_2}{2}\right)^2} = \frac{x_1 + x_2}{2} \pm \frac{x_1 - x_2}{2} = x_1$ och x_2.

Till likheten

$$x^4 - 2(a+b)x^2 + (a-b)^2 = o$$

är

$$x = \sqrt{a} + \sqrt{b}$$

rotformel. Vi skola verificera att

$$x = \sqrt{\frac{-\Sigma x_1 x_2 + 2\sqrt{x_1 x_2 x_3 x_4}}{4}} + \sqrt{\frac{-\Sigma x_1 x_2 - 2\sqrt{x_1 x_2 x_3 x_4}}{4}}$$

efter hand reducerar sig till x_1, x_2, x_3 och x_4. Emedan $\Sigma x_1 = o$ och $\Sigma x_1 x_2 x_3 = o$, sätta vi

$$x_1 = k + l,$$
$$x_2 = k - l,$$
$$x_3 = -k + l,$$
$$x_4 = -k - l,$$

hvilka likheter gifva

$$\Sigma x_1 x_2 = -2(k^2 + l^2),$$
$$x_1 x_2 x_3 x_4 = (k^2 - l^2)^2$$

och rotformeln öfvergår till

$$x = \sqrt{\frac{k^2 + l^2 + \sqrt{(k^2 - l^2)^2}}{2}} + \sqrt{\frac{k^2 + l^2 - \sqrt{(k^2 - l^2)^2}}{2}}$$
$$= \sqrt{\frac{k^2 + l^2 + (k^2 - l^2)}{2}} + \sqrt{\frac{k^2 + l^2 - (k^2 - l^2)}{2}}$$
$$= \sqrt{k^2} + \sqrt{l^2} = \pm k \pm l,$$

hvaraf verifikationen framgår.

Likheten af 5-te graden.

Betraktas a, b, c, d och e såsom rötter till en likhet af femte graden, utan andra term, synes det af deras uttryck i h, k, l, m (sid. 5) att de enkla symmetriska funktionerna af dessa senare icke kunna symmetriskt uttryckas genom de förra och följaktligen icke äro rationella funktioner af likhetens koefficienter. Detta visste man vänta, emedan det i motsatt fall skulle ges rationella funktioner, bildade af fem af hvarandra oberoende argument, hvilka genom alla möjliga permutationer af argumenten skulle erhålla endast fyra olika värden. Sådana funktioner existera näml. icke enligt en bekant sats af Couchy

och Bertrand[1]. De fyra obekanta talen h, k, l, m äro rötter till en likhet af 120-de graden, hvilken erhålles, om tre bland dem elimeneras ur i fråga varande likheter. Betraktar man emellertid h^5, k^5, l^5, m^5 såsom de obekanta, tryckes denna likhet ned till 24-de graden, hvilken åter kan ersättas af en likhet af fjärde graden, hvars koefficienter bero af en likhet af sjätte graden med rationella koefficienter (högra membra i förenämda likheter äro näml. sex-värdiga funktioner, med undantag af $hm + kl$, som är tre-värdig, och kunna rationelt uttryckas genom hvarandra). Denna likhet af 6-te graden, af hvars rötter man behöfde känna endast en, för öfrigt hvilken som hälst, är emellertid algebraiskt olösbar. Omöjligheten att algebraiskt, d. v. s. medels radikaler lösa en allmän likhet af 5-te eller af ännu högre grad beror, enligt den anförda satsen af Cauchy och Bertrand, därpå, att af 5 eller flere själfständiga argument icke kan bildas en rationell funktion, hvilken genom alla möjliga permutationer af argumenten skulle antaga endast tre eller fyra olika värden, hvarigenom bildandet af en algebraiskt lösbar resolvent af tredje eller fjärde graden omöjliggöres. I ett innerligt samband härmed står jämväl den omständigheten, att af 5 eller flere argument icke kan bildas någon rationell och mer än två-värdig funktion, hvaraf en potens (med heltalig exponent) vore en två-värdig funktion ock därför uttryckbar medels kvadratroten ur en symmetrisk eller en-värdig funktion, och hvarigenom omöjliggöres uppbyggandet af en algebraisk expression, bildad af likhetens koefficienter, hvilken skulle satisfiera likheten. Detta s. k. Abels' omöjlighetsbevis fins särdeles klart och utförligt framstäldt, enligt Kronecker's föreläsningar, i *Substitutionentheorie und ihre Anwendung auf die Algebra von Eugen Netto*, Leipzig 1882.

[1] *Handbuch der Höheren Algebra von J. A. Serret,* Leipzig 1868, II Bd. p. 314.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ

TOM. XIX. № 10.

EN SÄREGEN HOS TRE SYSKON

UNDER FORM AF

PROGRESSIV DEMENTIA

UPPTRÄDANDE SJUKDOM

I SAMBAND MED

UTBREDDA BLODKÄRLSFÖRÄNDRINGAR

(ANTAGLIGEN LUES HEREDITARIA TARDA).

AF

E. A. HOMÉN.

På den internationella läkarekongressen i Berlin sommarn 1890 gjorde jag inom sektionen för psychiatri och nervsjukdomar ett kortare meddelande [1]) om en säregen familjesjukdom, under form af progressiv dementia, med ett egendomligt anatomiskt befund, hvartill jag ej funnit motstycke i den mig tillgängliga litteraturen, som beträffade 3 medlemmar af samma familj, af hvilka tvenne da redan voro aflidna; sedan dess har emellertid äfven det tredje fallet aflidit, hvarför jag nu, efter att hafva slutfört den mikroskopiska undersökningen af nämnda fall, vill lemna en utförligare redogörelse för nämnda sjukdomsform, samt sedan med stöd af tillgängliga källor söka visa hvilken ställning densamma bör tillerkännas i förhallande till kända, dermed mer eller mindre beslägtade, sjukdomsgrupper.

Familjen är bosatt i norra Finland; fadren en bonde är nu 57 år [2]) gammal, hans föräldrar skola dött vid omkring 60 års ålder i obekanta sjukdomar, samt fadren tidigare varit frisk. modren deremot länge varit sjuklig och svag; 3 äldre och en yngre bror lefva och uppgifvas vara friska, en bror dött vid 19 år i någon akut sjukdom; äfven 3 systrar lefva och uppgifvas skäligen friska, dock är åtminstone en af dem som förf. var i tillfälle att se något inskränkt.

Fadren som förefaller något inskränkt och i allmänhet med en viss obenägenhet ville inlåta sig i svaromål, säger sig alltid varit klen men ej specielt sjuk; förnekar alla utslag, mun- eller svalg-affektioner, håraflossning m. m.; säger sig ej minnas att han skulle haft något sår a penis, säger sig ej heller någonsin rådfrågat läkare eller varit på sjukhus. Å inre sidan af högra underarmen något nedanom midten, finnes ett inemot 2 cm i diameter stort,

---

[1]) Detta meddelande finnes in extenso infördt i Neurologisches Centralblatt 1890 N:o 17 samt något utförligare i Festskrift från pathologisk anatomiska institutet i Helsingfors 1890.

[2]) Härmed rättas en tidigare ej fullt exakt uppgift om åldern hos fadren, äfvensom sedermera och för de öfriga familjemedlemmarna.

skäligen rundt, hvitt, något glänsande ärr, som ej är nämnvärdt indraget och ej heller fastväxt vid underliggande partier. Mannen säger att det skall qvarstått efter en „böld", som han haft samma höst han gifte sig, och från hvilken afgått var; huruvida värk förekommit, armen varit svullen, äfvensom andra närmare omständigheter säger han sig ej mera kunna erinra sig, deremot säger han sig ej då samtidigt haft andra bölder. Par cm nedanom sternaländan af venstra claviculan en inemot 1 cm i diameter stor atrofisk, pigmentlös, lätt insjunken fläck i huden. Å öfre delen af ryggen några enstaka ungefär ½ cm i diameter stora rundaktiga eller något ovala lätt brunröda glatta ärrartade fläckar. Ungfär å midten af os sacrum ett 1 cm i diameter stort, hvitaktigt, glatt ärr, ej adhererande vid underliggande partier. Å nedre främre delen af venstra underbenet äfvensom vid sjelfva fotleden, par cm i diameter stora, lätt brunröda fjällande fläckar, som tidtals skola något retas och då starkt klia, och som antagas uppstått redan tidigare än ofvannämnda „böld" å underarmen. Crista af högra tibian i dess öfra del i en utsträckning af ungefär en ärt liksom intryckt, huden deröfver litet insjunken, men för öfrigt ej förändrad; mannen säger att detta uppstått redan i pojkåren, då en vedklabb blifvit kastad deremot. I högra cubitalregionen en och i främre halsregionen några smärre (ärtstora) körtlar; högersidigt inguinalbråck redan sedan ungdomen. Från bensystemet och sinnesorganen intet anmärkningsvärdt. Inga ärr å penis, ej heller å mun eller svalg kavitetens slemhinnor. Medellinjen af hårda gommen bildar i sin bakre del en djup fåra, slemhuden i densamma af normalt utseende.

Modren nu 51 år är af vanlig kroppsbyggnad, och ser frisk ut, förefaller dock att vara något inskränkt och pjåskig; hon säger sig i allmänhet alltid varit frisk, och förnekar bestämdt lues, hvaraf ej heller några säkra spår kunna uppvisas (dock måste man ju med största reservation emottaga alla uppgifter i denna riktning). Sina föräldrars helsotillstånd känner hon ej närmare. Hon har haft 3 bröder, af hvilka 2 lefva och uppgifvas vara friska, den 3:dje åter skall vid 7 års ålder blifvit „hufvudsvag" samt sedermera blifvit aldeles „oredig" samt dött vid 30 års ålder. Modren blef gift vid 19 års ålder, samt hade första året en abort i 3 à 4:de månaden, enligt egen uppgift efter ansträngning vid höbergning, sedermera skall ingen abort hafva förekommit. Det första barnet fick hon vid 22 års ålder samt har sedan haft yttermera 10 barn, sålunda in summa 11, hvilka alla uppgifvas hafva varit friska och normalt bildade vid födseln. Modren har sjelf ammat dem. Det andra i ordningen skall först varit friskt men sedermera i ungefär ½ års tid varit sjukligt och lidit af digestionsstöringar, diarrheer och uppkastningar,

engång t. o. m. en blodkräkning en vecka innan döden, samt dött vid 1 ½ års ålder efter att de sista veckorna hafva hostat något, huruvida det derjemte haft något utslag kan modren ej erinra sig. Det 7:de barnet i ordningen skall dött vid ungefär 2 veckors ålder efter några dagars sjukdom, det „blånnade bort" och dog i „slag" (enligt modrens uttryck). Det 8:de, 9:de och 10:de barnet uppgifvas likaledes dött ungefär på samma sätt, redan inom den första veckan, (efter kanske en dags sjukdom), äfven de uppgifvas hafva varit friska vid födseln. Det 5:te, 6:te och 11:te barnet lefva ännu och uppgifvas i allmänhet hafva varit friska och normalt utvecklade; det äldsta af dem, en flicka om 17 år, har ett ungefär åldern motsvarande utseende, förefaller kanske något enfaldig. Vid inemot 1 ½ år skall hon börjat få tänder samt kort derpå att gå och tala. Börjat vid 6 à 7 år att läsa, samt skall i år i skriftskolan. Menses vid 16 år. Skall väl utföra sina husliga göromål hemma. Å nedersta yttre delen af venstra underarmen ett eczemartadt utslag. Inga ärr å huden eller i mun- och svalgkavitetens slemhinna. Bakre delen af medellinjen af hårda gommen, bildar, liksom hos fadren, en djup fåra, slemhuden deröfver af normalt utseende. Å hvardera mellersta öfre framtänderna symmetriskt en tvärgående fåra (approximativt 1 à 2 mill. bred och ungefär lika djup), litet ofvan midten (närmare roten); de två sidoframtänderna betydligt mindre, den venstra litet snedt stående, nära nedre kanten en liten gropartad fördjupning å densamma. De nedre framtänderna litet ojemna, å den mellersta venstra nära randen samt å den främre bicuspiden vid midten af den yttre ytan en obetydlig gropartad fördjupning; tänderna dock i allmänhet ganska bra. Från bensystemet för öfrigt intet anmärkningsvärdt. Inga spår af föregående keratiter eller af andra sjukdomar från ögonen. Hörseln normal. Par små körtlar å nacken och halsen. Lefverdämpningen normal, snarare något mindre utbredd. Flickan säger sig aldrig anlitat läkare eller tagit droppar.

Den andra af de nu lefvande, en gosse, är nu 15 år, men ser snarare något yngre ut, förefaller att hafva en skäligen god uppfattning. Skall fått tänder vid något öfver 1 år samt snart derefter äfven börjat gå och tala. Å nedre främre högra bicuspiden samt å hörntand en ytlig liten punktformig ingröpning; å den mest åt höger belägna nedre framtand, litet nedanom midten en aldeles ytlig tvärgående fåra, likaså en ungefär enahanda ytlig fåra a hvardera mellersta öfre framtänderna; å öfre delen af halsen par smärre körtlar; för öfrigt intet anmärkningsvärdt.

Det yngsta barnet (elfte i ordningen), en flicka om 7 år, förefaller piggt och lifligt, samt af en åldern ungefär motsvarande utveckling. Varit friskt

vid födseln samt börjat få tänder vid något öfver ½ år och någon tid derefter äfven börjat gå och tala, har nyligen börjat läsa. Några smärre körtlar å halsen, för öfrigt intet anmärkningsvärdt.

Deremot har den säregna sjukdomsform, öfver hvilken jag nu skall något närmare redogöra angripit de 3 öfriga barnen, d. v. s. det första, tredje och fjerde i ordningen, en flicka och 2 gossar; dessa, af hvilka en mot slutet af sjukdomen vårdats å prof. Runebergs afdelning samt de 2 öfriga å min lilla sjukafdelning, äro numera alla 3 aflidna, och har obduktion af dem alla utförts af mig å pathologisk-anatomiska institutet härstädes. Då den mellersta i ordningen af dessa 3 är det noggrannast observerade, vill jag göra början med detta fall.

Alfred K., för korthetens skull betecknad med N:o II emedan han var den näst äldsta af de af sjukdomen angripna syskonen, var född d. 1 december 1866, samt den 3:dje i ordningen bland hela barnantalet. Han skall fått tänder vid ungefär 1 ½ år samt samtidigt börjat gå, något senare, vid inemot 2 år börjat tala, samt vid 6 á 7 år att läsa, hvilket dock gått litet trögt; vid 16 år gått i skriftskolan. Vid ungefär 15 års ålder skall en kortare tid var flutit från ena (venstra?) örat, derjemte värk. För öfrigt uppges han varit frisk ända från tidigaste barndomen, skall ej lidit af utslag, ögonsjukdomar, långvarig snufva m. m. och uppges ungefär normalt utvecklat sig (skall äfven något sysslat med snickeri) ända till 20 års ålder[1]), då han äfven våren 1887 besigtigats för värneplikten, hvarvid han dock blifvit kasserad. Ungefär vid denna tid började han lida af ofta påkommande svindel, något tyngd och värk tidtals i hufvudet samt allmän trötthet, hvarjemte aptiten småningom minskats; samtidigt började småningom „förståndet aftaga“ och han blef „svag att förstå“ samt „mera enkel i ett och annat“ (modrens uttryck). Tillika skall minnet börjat försvagas, deremot skall ingen retlighet eller annan påfallande förändring i lynnet förmärkts, ej heller blefvo krampanfall eller något slags ryckningar observerade. Ungefär efter ½ à 1 års sjukdom började, jemte det nämnda symptom småningom tilltogo, pat. efterhand blifva något osäker o. vacklande i gången, nästan som en drucken, samt derjemte stundom känna något värk och smärtor i benen äfvensom ock någongång här och der i kroppen.

Ungefär i början af 1888 d. v. s. inemot 1 ½ à 2 år efter insjuknandet skall en viss början långsamhet och tröghet i talet blifvit förmärkt.

Samtidigt med talstöringarna eller kanske något senare skall en viss styfhet hafva infunnit sig i hela kroppen, hufvudsakligen dock i benen hvilka småningom började hållas något böjda i knä- och höft-lederna. En lätt darrning då och då, specielt af armar och händer skall äfven småningom inställt sig. Alla nämnda symptom tilltogo småningom, hvarjemte pat. blef allt mera hjelplös och skall äfven mestadels legat. Kräkningar skall äfven tidtals förekommit.

---

[1]) dessa, äfvensom följande anamnestiska data, äro gifna af modren och fadren, samt af en anförvandt till den förra.

I december 1888 skall under en kortare tid något mer digestionsstöringar (diarrhé) förekommit samt åtföljts af en lätt feber, derefter har pat. fortsättningsvis intagit sängen, och mestadels äfven ej mera kunnat äta sjelf utan blifvit matad.

Den 6 Maj 1889 intogs pat. å förf:s sjukafdelning och annoterades om honom då följande:

Pat. är mera liten till växten samt af klent utvecklad kroppsbyggnad, nutritionstillståndet dock relativt godt, genitalia mera litet utvecklade, endast obetydligt hår å pubes. Ansigtsuttrycket är slappt samt på samma gång barnsligt och stupidt, halft idiotiskt, blicken fullkomlikt tanklöst stirrande (se plansch I). Pat. tyckes dock i allmänhet hafva en viss uppfattning af hvad som försiggår kring honom samt uppfattar äfven ehuru något trögt ganska väl enklare tilltal och frågor, men svarar på dem mycket långsamt och trögt liksom efter ett visst begrundande, stundom ej alls. Talet går nemligen mycket trögt och liksom släpande och inskränker sig mestadels till enstaka ord eller aldeles korta satser; något tydligt liksom stapplande på målet eller bortfallande af enskilda bokstäfver eller ord kan ej förmärkas ej heller missägningar. Pat. eftersäger enskilda ord och bokstäfver skäligen väl. Tungans rörelser förefalla kanske något tröga; några tydliga fibrilära ryckningar kunna å densamma ej observeras. Å tänderna inga påfallande förändringar eller difformiteter, ej heller tydliga ärr å mun- eller svalg kavitetens slemhinna.

Pupillerna reagera för ljus, dock litet trögt. Å hvardera kornean inga fläckar eller tydliga spår af föregående sjukliga processer. Synförmågan förefaller ostörd, ej heller kunde från öfriga sinnesorgan några tydliga störingar uppvisas.

Pat:s ställning är vanligen följande (såsom delvis äfven af den några månader senare gjorda fotografin framgår): Pat. ligger alltid i sidoläge, hufvudet hålles vanligen lätt bakåtsträckt, utan att dock nackmusklerna äro nämnvärdt kontraherade; då han sitter är hufvudet mestadels i jemn lätt rörelse eller darrning i riktning framifrån bakåt. Munnen hålles vanligen lätt öppen, och i underkäken förmärkes stundom lätta ryckningar. Armarna, specielt den venstra, hållas alltid åtminstone något böjda i armbågsleden och kunna ej heller rätas knappt mera än till ung. 150°, emedan motsvarande senor stramma, af samma orsak hvad axelleden angår kunna ej heller armarna höjas knappt högre än det horizontala läget. I handleden kan venstra, handen fås i rät linje med underarmen men ej i dorsalflexion; handen är starkt tillknuten. 1:sta och 2:dra falangen äro böjda i rät vinkel, den 3:dje falangen i lätt dorsalflexion. Index gör dock undantag, böjningen är här något mindre och 3:dje falangen rak. Tummen hålles aldeles rakt framåtsträckt. De tre sista fingrarna kunna knappt rätas eller sträckas i den 1:sta och den 2:dra falangialleden och endast obetydligt böjas i den 3:dje. Index är i andra falangen något mera rörlig. En abduktion af tummen är i högst ringa grad möjlig. Af andra falangen af tummen är böjning o. sträckning i viss grad möjlig. Högra handen och dess fingrar vida mindre kontrakturerad samt friare i sina rörelser. I vaket tillstånd finnes en nästan ständig lätt darrning af händerna i långsam tempo i ulnar-radial riktning, stundom lätt roterande. Underarmarna göra äfven isynnerhet om de hållas fria mestadels lätta böjnings och sträckningsrörelser i varierande tempo. Äfven de nedre extremiteterna hållas något kontraherade, hufvudsakligen i knä — men äfven något i höft-leden. Knälederna kunna uträtas till ung. 150°. Fötterna fås ej heller i fullständig dorsalflexion.

Då man låter honom göra försök att gå håller han benen böjda och kan ej stöda på dem, utan hänger helt och hållet på dem som leda honom. Äfven i benen finnes ofta en lätt

darrande rörelse isynnerhet då han försöker att sträcka på dem, mest i form af böjning o. sträckning i knä- och fotlederna. Pat. kan ej ensam vända sig i sängen utan förblir ungefär i den ställning man lagt honom.

Muskulaturen lätt atrofisk. Omkretsen af venstra underbenet är 24 cm, af det högra underbenet rundliga 25 cm 25 cm ofvanom patella är venstra öfverbenets omkrets 31, det högra benets 32 cm Hudreflexerna mycket svaga, tydligast vid retning af fotsulorna specielt den högra. Senreflexerna kunna ej väl pröfvas emedan motsvarande flexorer mestadels äro något sammandragna.

Såvidt sensibiliten kunde pröfvas kunde man ej finna någon tydlig förändring af densamma, måhända dock en allmän nedsättning. Vid elektrisk undersökning af såväl nerver som muskler kunde inga qvalitativa förändringar uppvisas men deremot fanns, hufvudsakligen dock hos musklerna något qvantitativ nedsättning för såväl galvanisk som faradisk ström.

I främre axillarlinien fanns ingen lefverdämpning, i mamillarlinien deremot en obetydlig. Relativt liten hjertdämpning. Hjerttonerna rena. Pulsen några och 60 slag.

Venstra handen är så starkt tillknuten att den ej kan fås upp, med den högra handen trycker han 15 kgm. Då detta skall utföras inträder en darrning med vidlyftiga excursioner.

Stundom säger pat. till om sina behof, men stundom går det (af slöhet) i sängen. Urin klar, albuminfri.

Efter intagning å sjukhuset gick tillståndet i alla afseenden på samma sätt småningom nedåt.

Sålunda minskades alltmera uppfattningsförmågan och de sista veckorna gaf han ej mera något svar, mera som det tycktes af bristande apperception än af oförmåga att articulera, ithy att pat. nästan ända till det sista kunde utstöta något enstaka skäligen väl articuleradt ord.

Kontrakturerna tilltogo äfven småningom (se fot. II) deremot minskades darrningen betydligt allt efter hand så att den mot slutet uppträdde endast mera anfallsvis och då vanligen utbredd öfver hela kroppen, hvilka anfall stundom kunde räcka flere minuter (5 à 10). Saliven rann ock ofta från den vanligen halföppna munnen.

Pat. tycktes äfven allt mera börja föredraga att ligga på venstra sidan i det att han med ett slags små gråtande gaf sitt missnöje tillkänna då man lade honom på den högra sidan.

De sista par veckorna af hans lefnad förekom äfven några cloniska och toniska krampanfall af aldeles kort varaktighet (högst någon minut). Pat. har äfven under sin vistelse å sjukhuset något afmagrat, sålunda annoterades de sista dagarna af Augusti 1890 omkretsen af högra underbenet 23 cm i motsats mot 25 vid första mätningen, af venstra underbenet 22 cm af högra öfverbenet 20 cm öfver patellan 30 cm och af venstra öfverbenet 29 cm

Omkretsen af högra underarmen 8 cm nedanom olecranom 18 cm, högra öfverarmen 19 cm Måtten å den venstra sidan ungefär desamma. De sista tiderna bildade sig äfven några smärre liggsår.

Den 1 sept. 1890 inställde sig en liten stegring af temp., hvilken sedan mestadels höll sig mellan 38° och 39°; samtidigt observerades tonsillerna tillsvällda och rodnande.

Pat. blef snart mycket somnulent, kunde t. ex. somna med maten i mun samt afled d. 13 sept. 1890 på aftonen, vid nära 25 års ålder; de sista dagarna var högra pupillen något kontraherad.

Från protokollet vid den följande dagen tidigt på morgonen företagna obduktion må följande anföras:

Liket är i hög grad afmagradt, af 166 cm längd.

Ingen likstelhet förhanden.

Buken starkt indragen.

Pupillerna af medelvidd, runda, likastora. Hvardera cornean klara.

Öfver hvardera trochanter major är huden förstörd i en utsträckning af ungefär 5 cm i diameter och underliggande partier bilda ett rent, granulerande sår.

Huden öfver hvardera spina ilei anterior sup. excorierad och af ett mörkt, intorkadt utseende.

Äfven i sacraltrakten är huden lätt excorierad och intorkad.

Fötterna, isynnerhet den högra, samt närmast angränsande delar af underbenet lätt oedematösa.

I följd af stramning af senor och muskler kan venstra benet i knäleden rätas ut endast till 100 à 110°. Det högra till ungefär 140 à 150°. Af samma skäl kan ej heller isynnerhet det venstra benet i höftleden fullt rätas ut (till ung. 150°).

Likaledes kunna armarna i axelleden knappt höjas i horizontalt läge; i armbågsleden kunna de rätas till ungefär 150°.

Penis och testes något små, obetydligt pubeshår.

Hvardera händerna och fingrarna intaga samma läge som i slutet af sjukdomen, hvarför hänvisas till sjukhistorien.

Hufvudet mäter:	I fronto-occipitala	diam.	= 18	cm.
	I Bitemporala	„	= 13	„
	I Biparietala	„	= 14,75	„
	Hakspets-hjess	„	= 23,5	„
	Omkretsen		= 54	„

Hufvudsvålen företer intet anmärkningsvärdt.

Kraniet temligen symmetriskt, särdeles tjockt (ställvis nästan 1 cm. (8 à 9 mm.); diploe relativt rikligt förhanden, inre ytan af ett något lividt utseende, jemn; Dura mater ganska slapp, låter med lätthet höja sig i stora veck, lätt förtjockad. I sinus longitudinalis rikligt flytande blod. Duran längs kanterna af incisura longitudinalis genom Pacchioniska granulationer fastväxt vid pian. Pia mater något oedematös. ställvis lätt adhererande vid underliggande hjernsubstans, mera på främre delen af hjernan. Pia kärlen af vanlig blodfyllnad; i kärlen å hjernbasen ej tydliga makroskopiska förändringar, förutom enstaka punktformiga hvitgråa fläckar.

Hjernans vikt, jemte lilla hjernan och förlängda märgen, 1060 gram.

Gyri i frontalloben såväl å öfra som nedre ytan, äfvensom central vindlarna något atrofiska, deremot kunde hvarken i parietal-, occipital- eller temporalloben någon tydlig atrofi af gyri uppvisas. Begge hjernhalfvorna förefollo symmetriska. Vid ett längdsnitt genom corticallagret och underliggande märgsubstansen i högra hjernhemispheren var corticalis af vanlig grårödlätt färg och tycktes, isynnerhet i främre delen af hjernhalfvan något afsmalnad; specielt i frontal- och central vindlarna tycktes den i gyri inträngande märgsubstansen vara något smal. Konsistensen af hjernsubstansen ej tydligt förändrad, snarare något lös. Märgsubstansen blodfattig. I sidoventriklarna ingen utgjutning, ependymet glatt. Vid snitt genom de stora hjern-

ganglierna voro linskärnorna i deras inre mellersta del af något mjukare konsistens samt af lätt missfärgad gulgråröd skiftning i en utsträckning af ungefär 1 cm i längd och inemot 1 cm i bredd, höjden svårare att närmare bestämma. Från öfriga hjernganglier och inre kapseln intet att anmärka. Från ryggmärgen makroskopiskt intet anmärkningsvärdt.

Från central- och frontalvindlarna å venstra sidan togs små (knappt 1 cm i genomskärning) tärningformiga bitar och sattes i 1 % osmiumsyra.

Dessutom skars enahanda bitar från främsta, mellersta och bakersta delen å venstra sidan af första, andra och tredje frontalvindeln, likaså från öfversta, mellersta och nedersta delen af främre och bakre centralvindeln; vidare från första och andra temporalvindeln, från gyrus rectus och orbitalloben, från öfre och nedre (såväl gyrus marginalis som angularis) parietalloben, lobus paracentralis, första och andra occipitalvindeln, från præcuneus och cuneus; alla dessa bitar sattes för härdning i Müllers vätska. Likaså sattes hjernan för öfrigt i Müllers vätska, äfvensom ryggmärgen, samt följande nerver: venstra nervus ischiadicus, högra nervus radialis, venstra nervus cruralis, venstra nervus ulnaris, venstra nervus medianus; äfvensom enskilda bitar af musklerna å venstra öfver- och underbenet, högra underarmen samt venstra öfverarmen.

Lungorna fria.

Hjertsäcken glatt.

Hjertat mera litet, slappt, å sin främre yta något fettbelagdt, i hjertrummen en mängd mestadels koagulerad blod, muskulaturen blekröd, endocardium och valvler glatta. Aortas omkrets inemot 6,5 cm; i början af aorta och i coronarartererna enstaka sklerotiska fläckar, de i aorta delvis lätt förkalkade.

Lungorna öfverallt luftförande, blodfattiga, i bronchierna obetydligt tunnt slemmigt sekret. Lungkärlen förete intet abnormt. I aorta, särskildt bukaorta en mängd sklerotiska fläckar. Äfven i början af art. crurales enstaka små fläckar; deremot kunde i art. femorales och tibiales intet abnormt uppvisas.

I hvardera arteria subclavia, delvis äfven i arteria axillaris enstaka alldeles små sclerotiska fläckar. Deremot kunna inga sådana uppvisas hvarken i art. brachialis, ulnaris och radialis.

Hvardera carotis communis jemte början af deras förgreningar externus & internus uppprepererades hvarvid en mängd små sklerotiska fläckar anträffades.

Hvardera tonsillerna tillsvällda och varigt infiltrerade. Ingen svullnad af angränsande halskörtlar. Slemhinnan i larynx och trachea glatt.

Mjelten af vanlig konsistens, inemot 14 cm i längd, 8 à 8,5 cm i bredd, kapseln glatt, snittytan af något fläckig mörkröd, delvis gråröd färg, trabecularväfnaden lätt framträdande. Mjeltarteren visar makroskopiskt ej något påfallande anmärkningsvärdt.

Lefvern af 1160 grams vikt, 22,5 cm lång 14,0 cm bred och 7,5 cm hög, af något fast konsistens, samt erbjudande en grofkornigt granulerad yta. Snittytan gråröd, ställvis lätt gulaktig, visande en tydlig lobulär indelning, med rikligt gråhvita smala bindväfsstrimmor, som mestadels ringformigt omsluta en eller vanligen flere acini, hvilka lätt prominera öfver ytan.

Lefverarteren lätt gapande, dock förefalla väggarna ej särskildt förtjockade. Gallblåsan fylld af en mörkbrun tjockflytande galla.

Venstra njuren af medelfast konsistens, 10,5 cm lång, 5,5 cm bred, kapseln lätt lossnande, ytan glatt, snittytan jemnt gråröd, strimmingen temligen tydlig. Njurbäckenet glatt. Njurarteren af vanligt utseende.

Högra njuren obetydligt mindre än den venstra, men för öfrigt af enahanda utseende och beskaffenhet.

Binjurarna af vanlig storlek, förete intet anmärkningsvärdt.

I ventrikeln ett tunnflytande grågult innehåll, fundustrakten lätt injicierad.

Tarmarna i allmänhet särdeles smala, i desamma ett exkrementartadt gulaktigt innehåll, tarmslemhinnan ställvis injicierad.

I urinblåsan en mindre mängd klar urin, blåsslemhinnan glatt.

Musklerna voro alla något atrofiska, men visade annars vid insnitt ett fulkomligt normalt utseende.

Mikroskopisk undersökning.

Vid undersökning enligt Exner's metod af de i osmiumsyra härdade bitarna från frontal och centralvindlarna, tycktes något, dock ingalunda en påfallande förminskning af de myelinhaltiga fibrerna i corticallagret förefinnas.

Vid undersökningen af de i Müller's vätska härdade delarna gjordes för kontrollens skull, och för att underlätta bedömandet, äfven snitt från motsvarande delar af en fullkomligt på enahanda sätt behandlad normal hjerna samt af hjernorna från två fall af dementia paralytica, i hvilka man, specielt i främre delen af resp. hjernor, fann i den ena, jemte något kärl- och sclerotiska förändringar, en ganska stor förminskning af de myelinhaltiga fibrerna i corticalsubstansen, i den andra åter, härstammande från ett något långdraget fall, jemte förminskning af de myelinhaltiga fibrerna, ett ganska starkt framträdande af de vanliga sclerotiska och kärlförändringarna.

För bedömandet af de myelinhaltiga fibrerna användes Weigert's hæmatoxylin metod, vanligen enligt den Pal'ska modifikation. Härvid är strax att framhålla att ingenstädes fanns någon synnerligen stark förminskning af de myelinhaltiga fibrerna; tydligast var en måttlig sådan att förmärka i de olika delarna af frontalvindlarna samt i gyrus rectus och öfriga delar af orbitalloben (kanske ock i lobus paracentralis), dock ingalunda så mycket som i specielt det ena fallet af dementia paralytica; denna förminskning inskränkte sig hufvudsakligen till de tangentiala fibrerna och till det superradiära nätverket; ännu obetydligare tycktes förminskningen vara i centralvindlarna, i temporalvindlarna samt i parietalloben, och i occipitalloben var det nästan svårt att med säkerhet afgöra om en sådan förminskning fanns.

För studiet af öfriga förändringar i cortical- och omedelbart derunder liggande lager, användes dels ofärgade preparat, dels olika kärnfärgningspreparat, specielt medelst borax-carmin, dels och preparat medelst Golgi's sublimatmethod för att specielt söka studera gangliecellerna. Äfven härvid visade sig de största förändringarna finnas i allmänhet i främre delen af hjernan, och mest utpräglade specielt i basen af de olika frontalvindlarna. Å sistnämnda ställen finner man pian förtjockad, och något infiltrerad med små celler, rikligt vaskulariserad; pian tyckes åtminstone ställvis väl fastväxt vid underliggande corticalsubstans.

Neuroglian förefaller i allmänhet något förtätad, egentligen blott i tangentiallagret, hvarest hufvudsakligen man ock finner enstaka Deiter's celler, dock på långt när ej så mycket och så stora som i preparaten från specielt den ena paralytiker-hjernan, hvarest de sclerotiska för-

ändringarna voro starkt framträdande. Någon, åtminstone alldeles påfallande kärnförökning kunde, vid jemförelse med normala preparat, ej uppvisas. Kärlen äro i allmänhet blodfyllda, delvis äfven något utvidgade; kärlväggarna, äfven hos de minsta kapillarkärlen, åtminstone ställvis förtjockade och af ett hyelint eller sclerotiskt utseende, någongång äfven visande ett slags kornigt sönderfall; sålunda kan man stundom se starkt blodfyllda kapillarer, med deras ovala kärnor i väggen, samt hela sträckan mellan 2 sådana vara af småkornig beskaffenhet, bildande en smal strimma, som liksom bekläder blodpelarn å detta ställe. Detta framträder kanske ännu tydligare, då man råkar dessa kärl i tvärsnitt; man finner då i en del tvärsnitt den vanligen diffust förtjockade väggen delvis, någongång äfven till största delen, bildas af en kornig massa, hvarigenom väggen å detta ställe är än yttermera förtjockad. (En något försenad behandling af snitten med osmiumsyra, d. v. s. efter det preparaten legat en längre tid i Müller's vätska, visade å enstaka ställen små svartaktiga korn i kärlväggarna.) Dessutom finner man här och der smärre hemorrhagier, kanske rikligast i basen af 1:sta (öfversta) frontalvindeln, der man finner af dem åtminstone några i hvarje snitt, ej blott mikroskopiskt utan delvis ock redan makroskopiskt skönjbara, hufvudsakligen i det närmaste subcorticala lagret; någongång kunde äfven en aldeles liten hemorrhagi observeras i samband med ett kapillarkärl med på ofvanbeskrifvet sätt degenererad vägg, med tyåtföljande bristning; den hemorrhagin närmast omgifvande substansen är någongång sönderfallen. Stundom ser man här och der i de adventitiella skidorna, enstaka eller till och med smärre grupper af små celler, likaså påträffar man särdeles ofta kärlet ställvis liksom omgifvet på en längre eller kortare sträcka af ett aldeles tunnt lager af svart-gulaktiga, glänsande pigmentkorn liggande i de adventitiella lymfrummen. Dessa korniga pigmentsamlingar påträffar man synnerligen ofta vid kärlförgreningsställena. Vid en jemförelse med kärlen i paralytikerhjernorna, tycktes i dessa sistnämnda kanske ej finnas så mycket kornigt sönderfall af sjelfva kärlväggarna, men deremot mera cellinfiltration af desamma, eller snarare kring desamma, i de perivaskula rummen. Bland gangliecellerna, som äfven undersöktes enligt Golgi's sublimatmetod, hvilken dock ej gaf några synnerligt goda resultat, tycktes specielt de stora pyramidala cellerna något förändrade och altererade (möjligen emedan förändringar af desamma äro lättast att uppvisa); sålunda finner man jemte celler på hvilka man ej kan upptäcka någon tydlig förändring, enstaka sådana som äro relativt små och liksom hopskrumpnade eller scleroserade, med otydliga eller inga utlöpare, kärnorna ofta ej väl färgbara; särdeles ofta påträffar man ett slags kornig pigmentartad massa, vanligen närmast kring kärnan; på enstaka ställen liksom ett slags vacuoler eller luckor på cellens plats.

I främre och mellersta delarna af frontalvindlarna tycktes ofvanbeskrifna förändringar vara snarare något mindre framträdande, specielt hvad gangliecellerna angår, likaså påträffas i snitt från dem ytterst sparsamt några aldeles små hemorrhagier. I gyrus rectus och öfriga orbitalloben funnos nästan lika stora förändringar som i främre delen af frontalvindlarna.

I centralvindlarna voro förändringarna afgjordt mindre än i frontalvindlarna, tydligast voro desamma dock utpräglade i blodkärlen, (specielt om gangliecellerna var det svårt att med säkerhet afgöra).

Kärlen i temporalvindlarna och i parietalloberna tycktes snarare något mera förändrade än i centralvindlarna, dock ej så mycket som i frontalvindlarna; för öfrigt föga säkert uppvisbara förändringar.

I occipitalvindlarna, i cuneus och præcuneus finnes i kärlen spår till förändringar, för öfrigt inga tydliga förändringar.

Följande kärl blefvo skildt undersökta på flere olika ställen af sitt förlopp: hvardera art. vertebralis, art. basilaris, hvardera art. fossæ Sylvii jemte åtskilliga af deras förgreningar, och befunnos i dem alla i hufvudsak ungefär enahanda förändringar, (snarast mest i art. fossæ Sylv.) nemligen: här och der enstaka aldeles små circumscripta förändringar, eller aflagringar innanför lamina elastica interna, delvis genomträngande och förstörande densamma (så små att de knappt nämnvärdt bugtade inåt) bestående af en mer eller mindre homogen eller kornigt trådig massa i hvilken man äfven finner en mängd kärnor. Specielt blefvo å högra sidan frampreparerade och följda samt sedan undersökta de förgreningar från art. fossæ Sylvii, som gå upp till linskärnan, och befanns i dem vida rikligare och mera utbredda ungefär enahanda sclerotiska förändringar, delvis bugtande inåt kärllumen; å par sådana ställen påträffades en mindre, cellrik, i organisation stadd, thrombusmassa adhererande med en del af sin periferi vid nämnda ställen.

I nervkärnorna i pons och förlängda märgen kunde inga tydliga förändringar uppvisas.

Från ryggmärgen som undersöktes å åtskilliga ställen vid olika höjd, kunde intet abnormt uppvisas.

Vid undersökning af de härdade nerverna, kunde i sjelfva nervstammarna ej tydliga förändringar uppvisas, deremot tycktes i de finare förgreningarna af desamma specielt af N. ischiadicus och medianus finnas relativt mycket, delvis i grupper stående, aldeles smala fibrer, äfvensom ock fibrer med mer eller mindre kornigt sönderfall. Musklerna visade ett skäligen normalt utseende, fibrerna delvis åtminstone endast något atrofiska, men inga mera påfallande degenerativa förändringar. De kärl som påträffades i de undersökta musklerna visade, åtminstone delvis, ett lätt scleroseradt utseende.

I mjeltarteren finner man något mera diffusa, obetydliga, endarteriitiska förändringar, delvis utbredande sig i form af ett tunnt sclerotiskt lager, stundom öfver en stor del af den inre periferin.

I lefverarteren, och ännu mera i dess första förgreningar, mer eller mindre diffusa enahanda sclerotiska förtjockningar, kanske dock något mera än i mjeltarteren. Tillfälligtvis undersöktes äfven en mindre gren af venstra art. femoralis och påträffades äfven der ungefär likadana endarteriitiska förändringar. I snitt från lefvern befanns parenchymet genomdraget af bredare och smalare, isynnerhet ställvis mer eller mindre med små celler infiltrerade, bindväfsstrimmor, som temmeligen regelbundet omsluta, mestadels utan att intränga i sjelfva acini, vanligen ungefär 3 à 5 lobuli, någongång ännu flere eller ock endast en enda, bildande sålunda en tydlig annulär anordning; i dessa strimmor, som i allmänhet åtfölja den periportala bindväfven finner man relativt rikligt gallgångar. Dessutom ser man de enskilda acini mestadels liksom genomväfda af aldeles fina bindväfsstrimmor, som jemt fördelade förlöpa mellan de skilda cellbalkarna, någongång äfven inträngande mellan de enskilda cellerna i en sådan cellserie, liksom omspinnande dem. Lefvercellerna i dessa lobuli delvis ganska väl bibehållna, andra åter fettdegenererade; sålunda finner man ock någongång ställvis cellerna i enskilda partier af enskilda lobuli vanligen dock i hela lobulus, ofta i alla af en bindväfsring omslutna lobuli, så fettfyllda att de liksom bilda en enda stor fettdroppe, med den mestadels bibehållna cellkärnan skjuten åt ena sidan af cellen; här ser man tydligt de flesta celler derjemte liksom omslutna af en smal bindväfsring, cellerna sålunda liksom liggande i maskorna af ett fint bindväfsstroma, i hvilket man finner strödda ovala kärnor någongång liksom bågformigt böjda efter

den omgifna cellens kontur, någon enstaka rundcell påträffas ock här och der; det hela således å dessa ställen påminnande om bilden af cirrhosis hypertrophica adiposa [1]).

Tonsillerna befunnos delvis starkt småcelligt infiltrerade, ställvis gående ända till varsmältning.

Vilhelm K., den yngsta af de insjuknade (N:o III), det 4:de barnet i ordningen, var född den 8 augusti 1870. Vid ungefär 1 $^1/_2$ års ålder skall han fått tänder samt nästan samtidigt börjat gå och tala. Enligt uppgift skall han varit aldeles frisk ända till 3 års ålder då han utan uppvisbar orsak började lida af då och då (ungefär en gång i mån, eller ännu sällsyntare) påkommande lätta svimningsskof hvarvid han skall bleknat och ögonen varit „vridna", som räckt på sin höjd någon minut. Huruvida kramp eller någon slags ryckningar dervid förekommit kunde modren ej erinra sig. Droppar som af läkare blifvit förordnade skola alltid för en tid ha fått dessa anfall att försvinna. Slutligen skall anfallen af sig sjelf vid 7 à 8 års ålder nästan upphört, så att de sedermera endast ytterst sällan förekommit. För öfrigt skall pat. varit fullkomligt frisk, ej haft utslag, ögonsjukdom, öronflytning, långvarig snufva m. m. och utvecklat sig normalt; vid 6 à 7 år börjat läsa samt varit „fet och frodig" till ungefär 12 år, då han hösten 1882 utan all uppvisbar orsak småningom började lida af ofta påkommande lätt svindel samt en allmän trötthets känsla, tidtals af litet hufvudvärk jemte något värk då och då i armar och isynnerhet ben, hvarjemte tillika intelligensen och minnet börjat aftaga. Nästan strax från början blef gången något osäker (liksom raglande). Redan efter 1 à 2 års sjukdom skall talet efterhand börjat blifva liksom trögt, nästan samtidigt skall äfven armarna blifvit styfva och skall till det mesta hållits sträckta något bakåt så att pat. ganska snart ej kunde betjena sig af dem, utan måste t. ex. blifva matad, sedermera skall äfven någongång en lätt darrning ha infunnit sig hufvudsakligen i de öfre extremiteterna, äfvensom ock en viss styfhet i nedre extremiteterna, hvilka, liksom ock de öfre extremiteterna, började blifva småningom lätt kontrakturerade i de olika lederna, hufvudsakligen dock i knä- och höftlederna samt äfven i armbågslederna. Alla nämnda symptom tilltogo med jemna steg, så att han efter 3 à 4 års sjukdom ständigt måste intaga sängen, och talet blef inskränkt till det minsta möjliga i det han endast undantagsvis kunde förmås att tala, hvilket då äfven gick mycket långsamt och trögt. Saliven skall ock ofta brukat rinna ut ur mun som vanligen hållits lätt halföppen; nästan hela tiden skall kräkningar då och då ha förekommit.

Den 11 dec. 1888, intogs han å förf:s sjukafdelning, och företedde då ett fullkomligt dementiaartadt tillstånd och utseende. Tycktes högst litet uppfatta af hvad som sades honom eller af det som försiggick kring honom; brukade ej heller mera tala utan frammumlade mestadels endast oartikulerade ljud, kunde dock någongång om han blef på något sätt störd eller retad, framstöta enstaka skäligen väl articulerade ord, dock med en viss tröghet.

Pupillerna lika stora, reagera trögt. Å corneæ inga tydliga fläckar. Såvidt äfven öfriga sinnesorgan kunde pröfvas, tycktes ej heller från dem förefinnas något specielt anmärkningsvärdt. Kontrakturerna hade äfven betydligt tilltagit, så att benen vanligen höllos starkt uppdragna mot buken och armarna böjda, (se fotografin N:o 3 som angifver hans vanliga ställning) dock kunde extremiteterna genom försiktig sträckning betydligt, om ock långt ifrån full-

[1]) se t. ex. Homén: Ett fall af cirrhosis hypertrophica adiposa (Finska Läkaresällskapets Handl. Bd. XXIX (1887), H. 5. s. 288.

ständigt, uträtas. Härigenom i samband med det dementiaartade tillståndet i öfrigt var pat. i ett fullkomligt hjelplöst tillstånd, de naturliga behofven försiggingo ock vanligen i sängen. En ofta påkommande darrning förefanns äfven isynnerhet i händer och armar, stundom äfven något i hufvud och benen. Musklerna något atrofiska samt pat. i allmänhet betydligt afmagrad. Hudreflexerna svaga; senreflexerna kunde ej väl pröfvas för muskelspänningarnas skull. Ingen lefverdämpning kunde konstateras, ej heller någon utgjutning i buken; hjertdämpningen var af ungefär normal utsträckning och hjerttonerna rena, pulsen circa 80 °. Urin klar, albuminfri. Hvarken å tibian, craniet, eller annorstädes några exostaser; tänderna ej deformerade. Inga nämnvärda körtellsvullnader. Några smärre liggsår förefunnos äfven.

Tillståndet gick sedan fortsättningsvis med jemna steg nedåt, och pat. liksom aftynade bort utan någon akut tillstötande sjukdom d. 17 oktober 1889 vid en ålder af 19 år. Ur protokollet vid den följande dag af mig verkställda obduktion må följande anföras:

Liket är i hög grad afmagradt, längd 167 cm. Likstelhet något förhanden.

Nedre extremiteterna i betydligt flekterad ställning, och kunna ej äfven med användande af temligen stark kraft fås fullkomligt raka, emedan senorna och väfnaderna i trakten af fossa poplitea äro strammande. Å hvardera trochanter, spina ilei anterior dext., begge olecrani och inre högra malleolen större och mindre genom huden gående ulcerationer, med lätt intorkadt, pergamentartadt botten.

Pupillerna något sammandragna. Testes ytterst små och likaså penis. Knappt hår å pubes. Fötterna lätt oedematösa.

Hufvudets omkrets 53 cm.

Fronto-occipitala diam. 18 cm.

Bitemporala diam. 12 cm.

Biparietala diam. 13,25 cm.

Hakspets-hjess diam. 23 cm.

Kraniet ovanligt tjockt, i medeltal ungefär 6 à 7 mm.

I bakre delen, motsvarande öfre delen af os parietale är det å högra sidan litet mera hvälfdt. Äfven os frontis dext. i sin främre del litet mera hvälfdt än det venstra.

Dura mater något förtjockad.

Pia mater lätt oedematös, ställvis, kanske mest i trakten af hvardera centralvindlarna, lätt adhererande vid underliggande corticalsubstans.

Stora och lilla hjernans vigt jemte pons och förlängda märgen tillsamman 1160 gram.

Lilla hjernans jemte pons och förlängda märgens vigt 130 gram.

I kärlen å hjernbasen enstaka små gråhvita sklerotiska fläckar.

Hjernkonsistensen ungefär normal, snarare något lös.

Hjernan ställd på basen, tyckes specielt i trakterna motsvarande ungefär öfre parietalloben samt angränsande delar af centralvindlarna vara något insjunken på begge sidor.

För öfrigt förefalla gyri och den yttre formationen af hjernan normala. Gyri dock i främre delen af hjernan, äfvensom centralvindlarna kanske något smala. Ingen tydlig asymmetri. Vid längdsnitt genom högra hemisferen befanns corticalis af ett lätt grårödt utseende; möjligen är corticalis öfver de båda central- och frontalvindlarna litet smalare än å öfriga vindlar. Hvita substansen glänsande och måttligt blodpunkterad, i sidoventriklarna obetydligt klar serös vätska. Ependymet föreföll normalt (möjligen något mjukare än vanligt).

Vid horizontalsnitt genom ganglierna och inre kapseln befunnos såväl corpus striatum,

thalamus opticus och inre kapseln intakta; deremot fanns i centrum af hvardera linskärnan, en hålighet som innehöll obetydligt grumlig serös vätska. Dessa hålor hvilka å båda sidor voro ungefär lika, sträckte sig nästan öfver hela längden af linskärnorna, voro circa 3 cm, långa och intogo ungefär hälften af nämnda kärnors bredd, dock sålunda att den yttre delen af desamma var i större utsträckning förstörd än den inre hälften; uppåt sträckte sig dessa hålor ungefär $1/2$ à 1 cm, från öfre ytan af linskärnorna och neråt ungefär likaså långt från den undre ytan. Den hålan omgifvande väfnaden var i en utsträckning af ungefär några mm. märgigt uppmjukad. För öfrigt intet att anmärka hvarken från öfriga delar af denna hemisfer, ej heller från lilla hjernan och förlängda märgen. Ryggmärgen af normalt utseende.

Hjertat slappt, mera litet, på sin främre yta obetydligt fettbelagdt. Atrioventricular-öppningarna väl passerbara för 2 finger. Muskulaturen blekröd. Endocardium och valvler glatta, i början af aorta aldeles små sclerotiska fläckar.

Lungorna i sina bakre delar genom adherenser fastväxta vid bröstväggen. Venstra lungan i större delen af bakre hälften af nedre loben af fastare konsistens, nästan lufttom, blodfylld, snittytan mörkröd, glatt. Lungparenchymet för öfrigt luftförande blodfattigt. I bronchierna obetydligt slemmigt varigt sekret.

Den högra lungan i bakre delen af nedersta loben något blodfylld, dock luftförande, likaså den öfriga lungan som är blodfattig.

Larynx- och tracheal-slemhinnan glatt.

I aorta, specielt i bukaorta, men äfven i bröstaorta som är något trång enstaka något öfver ytan prominerande sclerotiska fläckar.

Mjelten 17 cm lång 11 cm bred af något fast konsistens, snittytan mörk-gråröd, trabekularväfnaden väl framträdande. Mjeltarteren gapande, förefaller något förtjockad.

Lefvern fast, 21,5 cm lång, 13 cm bred, 7,5 cm hög, med en groft granulerad yta (granulas storlek något varierande mestadels dock af lins till ärtstorlek). Kapseln, specielt i fördjupningarna mellan de enskilda granula, förtjockad. Å snittytan finner man vanligen lins- till ärtstora mestadels i gult skiftande begränsade, öfver ytan lätt prominerande, afdelningar af lefverparenchymet, omgifna och liksom insnörda af delvis aldeles smala delvis bredare lätt gråröda eller gråhvita fasta bindväfs strimmor. De skilda acini i de enskilda granula knappt mer skönjbara. Parenchymet blodfattigt; i gallblåsan tunnflytande gulgrön galla. Vid lefverhilus kunde intet anmärkningsvärdt anträffas.

Venstra njuren 9,5 cm lång, 5,0 cm bred, af medelfast konsistens, kapseln lätt lossnande, ytan glatt, snittytan jemnt gråröd, strimmingen i corticalis mestadels tydlig.

Högra njuren af enahanda beskaffenhet.

Ventrikeln ovanligt liten, nästan som en barnventrikel, med en mindre mängd slemmigt innehåll. Slemhinnan glatt.

I tarmarna ett gulaktigt exkrementartadt innehåll, slemhinnan mestadels blek, de solitära folliklerna något tillsvällda.

Pankreas företer intet anmärkningsvärdt.

Urinblåsan innehåller en mindre mängd lätt grumlig urin, blåsslemhinnan glatt.

I och för mikroskopisk undersökning sattes delar af centralvindlarna samt af nedersta frontalvindeln å venstra sidan, äfvensom de stora hjernganglierna å högra sidan, jemte pons och förlängda märgen samt ryggmärgen att härdas i Müllers vätska.

Mikroskopisk undersökning.

Vid undersökning af snitten från venstra centralvindlarna och från 3:dje frontalvindeln, blef för kontrollens skull jemförelse gjord med preparat från motsvarande ställen af en normal hjerna, samt från hjernan af en paralytiker, hvarest jemte något sclerotiska förändringar en stor förminskning af de myelinhaltiga fibrerna i corticallagret förefanns (den ena af de hjernor som äfven användes vid föregående fall).

Såväl i det superradiära nätverket som specielt i de tangentiala trådarna tycktes något förminskning af de myelinhaltiga fibrerna förefinnas, dock på långt när ej i samma grad som hos hjernan från paralytikern. Neuroglian åtminstone i tangentiallagret är lätt förtätad. Kärlen äro i allmänhet blodfyllda och åtminstone på sina ställen äfven vidgade, i kärlskidorna på ett och annat ställe något små celler. Kärlväggarna äro delvis lätt sclerotiskt eller hyalint förtjockade, någongång ser man äfven i desamma ett mer eller mindre kornigt sönderfall. Endast undantagvis råkar man på någon alldeles obetydlig hemorrhagi, likaså ser man endast å ett och annat ställe de minsta kärlen på någon kortare sträcka, kanske företrädesvis vid kärlförgreningsställena på ena eller på begge sidor omgifna af ett tunnt lager af svartgulaktiga pigmentkorn, liggande i de adventitiella skidorna. Af gangliecellerna tycktes specielt de stora pyramidal- cellerna delvis vara kanske något litet altererade, hufvudsakligen visande sig i en atrofi eller scleros af en del af dem, i en och annan fanns äfven något pigment.

Väfnaderna i väggarna närmast kring håligheten i linskärnan voro uppmjukade och sönderfallna samt celligt infiltrerade, i de öfriga stora hjernganglierna äfvensom i inre kapseln kunde inga förändringar förmärkas.

Af de större hjernkärlen undersöktes särskildt arteria basilaris och den venstra art. fossæ Sylvii med dess förgreningar på ungefär 20 olika ställen. I dessa kärl, specielt i art. fossæ Sylv., påträffades här och der smärre circumscripta endarteriitiska förändringar, bestående af en mer eller mindre homogen eller kornigt trådig massa med något celler och kärnor, ofta något prominerande i kärllumen samt liggande mellan endothelet och membrana fenestrata, någongång genombrytande och utplånande denna membran. Synnerligen rikligt funnos dessa sclerotiska förändringar i art. cerebri med. och dess förgreningar, i det man i nästan hvarje snitt råkar en eller par sådana härdar.

I pons, förlängda märgen och ryggmärgen kunde inga tydliga förändringar uppvisas.

I mjeltarteren rikligt, mestadels diffust utbredda sclerotiska endarteriitiska aflagringar, likaså i lefverarteren.

Snitt från lefvern visade, på samma sätt som i föregående fall, såväl interlobulära, med företrädesvis annulär anordning, som äfven obetydligt intralobulära interstitiella förändringar, endast att de interlobulära bindväfsstrimmorna här äro mestadels något bredare, (kanske äfven, isynnerhet delvis, något cellrikare), ställvis omslutande rester af lefveracini; likaså fanns äfven här ställvis enahanda fullständiga fettdegeneration af acini eller delar af desamma, (liknande cirrhosis hypertrophica adiposa); äfvensom relativt rikligt gallgångar.

Mjelten visade något hyperplasi af bindväfsstromat.

Anna K. N:o I, den äldsta bland alla syskonen var född den 26 juli 1862, skall fått tänder vid inemot 2 år, och ungefär samtidigt börjat gå och tala. Enligt modrens uppgift

skall hon såväl vid födseln som äfven sedermera varit ett friskt barn, samt åtnjutit god helsa, och ungefär normalt utvecklat sig; vid 7 à 8 år skall hon börjat läsa samt vid 16 år gått i skriftskolan; ur anamnesen kan intet utrönas som skulle antyda en syfilitisk infektion post partum, utan torde en sådan med all säkerhet kunna uteslutas; ej heller några tidigare säkra symptom af hereditär lues. Menses skall börjat vid 17 års ålder. Vid 20 års ålder (mot slutet af år 1882) inställde sig aldeles samma symptom som hos de båda föregående vid sjukdomens början, d. v. s. en ofta påkommande svindel, någongång tyngd och värk i hufvudet, allmän trötthet samt aftagande aptit, samtidigt började äfven „förståndet aftaga" och minnet försvagas. Deremot ingen märkbar förändring af lynnet, hvarken retlighet eller annat, ej heller några krampanfall. Ungefär efter $^1/_2$ à 1 års sjukdom började jemte det nämnda symptom småningom tilltogo, pat. blifva något osäker och vacklande i gången, nästan som en drucken, samt derjemte stundom känna något värk och smärta i benen och här och der i kroppen.

Vid 22 års ålder skall menses upphört, ungefär samtidigt skall småningom en viss styfhet i kroppen samt sedermera äfven kontrakturer hufvudsakligen i knä- och höftlederna, något äfven i armbågslederna inställt sig; hvarjemte talet småningom skall börjat blifva något trögare.

Vid denna tid eller något senare skall äfven en lätt darrning infunnit sig hufvudsakligen i händer och armar. Alla nämnda symptom tilltogo småningom så att pat. det sista året mestadels låg till sängs och vanligen måste matas, dock skall hon mestadels sjelfmant uträttat sina naturliga behof. Äfven skall en viss tröghet vid sväljandet visat sig mot slutet, hvarjemte saliven ofta brukat rinna ur mun, som merändels hållits halföppen. De par sista åren skall pat. äfven klagat öfver värk under bröstet samt då och då haft uppkastningar; pat. skall äfven betydligt afmagrat.

Den 29 augusti 1888 intogs pat. å medicinska afdelningen och företedde då ett ganska dementiaartadt utseende, hvilket i samband med de i anamnesen beskrifna kontrakturerna gjorde att pat. var i ett fullkomligt hjelplöst tillstånd; hon tycktes föga observera af hvad som tilldrog sig kring henne, utan låg fullkomligt apathisk, åt då hon matades, och lät sina behof stundom gå ofrivilligt i sängen, talade vanligen ej heller utan utstötte då och då enstaka oartikulerade ljud, kunde dock någongång liksom vakna upp och uttalade då enstaka ord och äfven kortare satser, ganska tydligt, ehuru med en visss tröghet.

En lunginflammation tillstötte snart och pat. dog den 19 oktober 1888 vid 26 års ålder.

Ur protokollet vid den följande dag å path. inrättningen utförda obduktion må följande anföras:

Kroppen i hög grad afmagrad. Inga exostaser å tibia eller annorstädes att upptäckas; ej tydliga körtelsvullnader. Obetydlig likstelhet för handen. Kraniet tjockt, symmetriskt, suturerna normala, å dess inre yta intet anmärkningsvärdt. Dura mater lätt förtjockad.

Pia mater lätt injicierad, ställvis lätt adhererande, mest i främre delen af hjernan. I kärlen å hjernbasen enstaka aldeles små, hvitgråa fläckar.

Gyri mera smala, särskildt i främre delen af hjernan. Vid insnitt föreföll corticalis relativt smal och af vanlig grå rödlätt färg.

Hjernsubstansen något blodpunkterad. Hvardera linskärnan i dess centrala del af något lösare konsistens samt af en lätt fläckig grågul skiftning. Ependymet af ungefär normalt utseende.

För öfrigt intet anmärkningsvärdt.

Hjernan jemte lilla hjernan och förlängda märgen vägde 1130 grm.

I hjertsäcken obetydligt klar serös vätska. Hjertat slappt, isynnerhet å sin främre yta något fettbelagdt, i hjertrummen en ringa mängd delvis coagulerad blod, atrio-ventricularöppningarna väl passerbara för två finger; muskulaturen jemnt blekröd, endocardium och valvler glatta. Aortas omkrets något mera än 6 cm.

I aorta enstaka sclerotiska fläckar.

Venstra lungan blodfattig, öfverallt luftförande förutom i enstaka begränsade härdar i öfre loben, hvilka äro af något fastare konsistens och starkt minskad lufthalt samt isynnerhet i sitt midtersta parti af ett gråaktigt utseende, framstående såsom nötstora hårdnader från den omgifvande lungväfnaden. Bronchial slemhinnan något injicierad och betäckt med ett slemmigt, varigt secret. Bakre delen af nedersta loben af högra lungan af fastare konsistens, lufttom, å snittytan af ett fläckigt, gårödt, glatt utseende, visande en lobulär indelning. Lungan för öfrigt af enahanda beskaffenhet som den venstra.

Mjelten 12 cm lång, 7 cm bred af medelfast konsistens, kapseln glatt, snittytan blåröd, trabecularväfnaden tydlig.

Lefvern 25 cm lång, 14 cm bred och 8 cm hög, af fast konsistens, å hela ytan af ett grofkornigt granuleradt utseende, snittytan af blekt rödgult utseende, visande större och mindre, (ända till nötstora) lätt prominerande afdelningar, bestående af gulaktig, diffus lefverparenchym, omgifna af gråaktiga, fasta fibrösa bindväfsstrimmor.

Venstra njuren 11,5 cm lång, 5,0 cm bred, af medelfast konsistens; kapseln lätt lossnande, ytan glatt, snittytan af jemnt grå rödaktig färg, texturen tydlig. Högra njuren af enahanda storlek och beskaffenhet som den venstra.

Ventrikelns slemhinna något tillsvälld, visande i fundus trakten några punktformiga hæmorrhagier.

Tarmslemhinnan likaledes något tillsvälld, de solitära folliklerna delvis lätt framstående.

Kraniet togs i förvar och befunnos dess mått efter föregående preparering vara följande:

I fronto-occipitala	diam.	= 16,6	cm
I Biparietala	„	= 13	„
I Bitemporala	„	= 11,5	„
Från främre rand af foramen magnum till hjessan		= 12,7	„
Omkretsen		= 50	„

Från tänderna intet specielt anmärkningsvärdt.

För härdning i Müllers vätska och mikroskopisk undersökning togs i förvar endast de stora hjernganglierna.

Vid undersökningen af de stora hjernganglierna befunnos ungefär midtersta bakre delen af båda linskärnorna i en utsträckning af circa 1 à 2 cm i längdriktning och inemot 1 cm i breddriktning i en begynnande gul uppmjukning med sönderfall af nervfibrerna och cellerna, jemte något små cellig infiltration.

Öfverskådar man sjelfva sjukdomsförloppet och sedan de post mortem funna förändringarna, finner man en öfverraskande öfverensstämmelse eller enhetlig sjukdomstyp i alla 3 fallen, så väl i det ena som i det andra afseendet.

Hos alla tre fallen började sjukdomen skäligen markeradt utan all uppvisbar orsak, och utan att något etiologiskt moment eller predisponerande orsak eller omständigheter från ett tidigare stadium af deras lif skulle kunnat uppvisas, vid resp. 20, 12 och 20 år, aldeles på samma sätt: med en ofta påkommande svindel samt något tyngd och tidtals värk i hufvudet jemte allmän trötthet och aftagande aptit, hvarjemte ungefär samtidigt ett småningom skeende nedåtgående af intelligensen samt specielt försvagande af minnet skall förmärkts. Likaså blef gången snart hos alla något osäker och vacklande, något påminnande om en berusad persons gång, hvarjemte äfven svaga diffusa smärtor tidtals försports i benen och här och der i kroppen. Någon påfallande förändring af lynnet eller karaktären skall ej förmärkts ej heller skall kramper förekommit. Under det alla nämnda symptom gradvis tilltogo, inställde sig ungefär efter ett à två års förlopp en viss långsamhet och tröghet i talet.

Intelligens nedsättningen gjorde sedan jemna framsteg, så att alla 3 fallen tillbragte de sista åren af sin sjukdom, som varade resp. 3 ½, 7 och 6 år i ett nästan fullkomligt dementiaartadt tillstånd, hvarvid de tycktes hafva föga uppfattning af hvad som föregick ikring dem, samt vanligen endast utstötte enstaka oartikulerade ljud; dock kunde det ännu i sista stadiet af sjukdomen någongång hända att de af en eller annan anledning talade enstaka ord eller någon kortare sats och då skäligen väl, om ock med en viss långsamhet och tröghet, uttalande de enskilda orden; hvarför den bristande talförmågan hos dem ej egentligen tycktes bero på en bristande artikulationsförmåga, utan mera af brist på initiativ samt nödigt innehåll åt talet d. v. s. demens. Ingen incoherens i talet eller någon slags delirier blefvo under hela tiden observerade.

Ungefär samtidigt eller något senare än talstöringarna infann sig äfven hos alla 3 fallen en viss styfhet, isynnerhet till en början dock ej beständig, i hela kroppen, hufvudsakligast likväl i benen; hvartill senare äfven sällade sig något, mer eller mindre ständiga, kontrakturer, hvilka dock genom försiktigt dragande betydligt kunde upphäfvas, till en början i knä- och höftlederna, senare äfven i andra leder, specielt i finger- och armbågslederna, hvarigenom patienterna slutligen mestadels lågo i de egendomliga ställningar som man finner af fotografierna af fallen N:o II och III.

Genom dessa kontrakturer, i samband med det dementiaartade tillståndet i öfrigt, kunde de sjuka de sista åren, resp. 1—3, af sitt lif slutligen endast ligga aldeles hjelplösa i sängen, hvarvid de måste matas och ofta läto sina behof ofrivilligt eller snarare nästan omedvetet gå i sängen.

Under slutstadiet var äfven sväljningen något försvårad och saliven rann ofta från mun som mestadels hölls halföppen, detta allt dock mera af ren slapphet eller demens än af någon egentlig förlamning. Specielt hos två af fallen fanns äfven tidtals en lätt tremor, hufvudsakligen i armar och händer, samt hos det ena af dem under de sista veckorna äfven några lätta krampanfall.

Hos alla 3 observerades derjemte under sjukdomen lätta gastriska störingar, stundom till och med uppkastningar; samt åtminstone mot slutet af sjukdomen kunde hos alla ingen eller obetydlig lefverdämpning uppvisas. Deremot blefvo inga tydliga synstöringar (pupillernas reaction endast något trög) eller egentliga förlamningar eller anæsthesier, (möjligen en allmän nedsättning af sensibilitén) observerade under hela tiden.

Derjemte är att framhållas att alla 3 gjorde, oberoende af deras dementiaartade utseende, ett särdeles barnsligt intryck, hvad hela deras utveckling och allmänna uppsyn angår d. v. s. företedde en hög grad af infantilism, i det att man för alla skulle uppskattat deras ålder betydligt lägre än den i sjelfva verket var.

Under småningom tilltagande afmattning eller nedåtgående dog fall N:o III efter ett 7 årigt sjukdoms förlopp, medan hos fallen N o I och II under sista stadiet en akut interkurrent sjukdom tillstötte och ändade en resp. 6 och 3 ½ årig sjukdom.

Lika så stor som öfverensstämmelsen var i sjelfva sjukdomsförloppet, lika stor var äfven likheten i det nekroskopiska befundet: hos alla 3 var kraniet särdeles tjockt, isynnerhet i dess främre del, utan att dock erbjuda någon nämnvärd asymmetri, exostoser, urgröpningar eller andra oregelbundenheter, likaså tycktes duran vara något förtjockad och pia mater ställvis adhererande vid underliggande corticalsubstans, isynnerhet å främre delarna af resp. hjernor, som alla hade en relativt liten vigt; hjernan jemte förlängda märgen och lilla hjernan vägde nemligen hos fall N:o II död vid 25 års ålder 1060 gram, hos N:o III, död vid 19 år 1160 gram, samt N:o I, död vid 26 år, 1130 gram, (N:o II och III voro af manligt och N:o I af qvinligt kön); i formation och yttre anordning af gyri förefanns intet abnormt, ej heller någon asymmetri mellan de båda hjernhälfterna, deremot tycktes gyri, egentligen blott i främre delarne af resp. hjernor, vara något atrofiska. Hjernkonsistensen var ej påfallande förändrad. I hjernkärlen å basen, specielt i fall III, funnos enstaka små gråhvita sclerotiska fläckar, kanske mest i arteriæ fossæ Sylvii; äfven i andra än hjernans kärl funnos något sclerotiska förändringar. I alla 3 hjer-

norna fanns ungefär i centra af alla linskärnor samt ungefär lika i båda hjernhalfvorna en uppmjukningsprocess, hos fall N:o I och II mera i sin början, hos fall N:o III fanns redan stora uppmjukningscystor. Dessutom fanns i alla 3 fallen utpräglade diffusa lefvercirrhoser med ej blott interlobulära, annulära, utan äfven, om ock relativt litet, intralobulära interstitiella förändringar, hvarvid kan framhållas som anmärkningsvärdt att ej någon ascites förefanns.

I fallen N:o II och III var äfven tydlig mjeltförstoring för handen.

Den mikroskopiska undersökningen af hjernan åter, för såvidt den blef gjord [1]) visade de hufvudsakligaste förändringarna i frontalloben, eller i allmänhet i främre delen af hjernan, bestående i något förminskning af de myelinhaltiga fibrerna specielt af tangentialtrådarna, kanske något äfven af det superradiära nätverket; obetydliga atrofiska förändringar af hufvudsakligen de stora pyramidala cellerna i corticallagret, samt något förtjockning af neuroglian i de perifera delarna i detta lager, samt framförallt kärlförändringar och dessa mera utbredda öfver hela hjernan, dock mest prononcerade i främre delarna af densamma, delvis bestående i sclerotiska eller hyalina förtjockningar af väggarna, eller kornigt (eller fettigt) sönderfall af desamma, och åtminstone i fall II rikligt små hemorrhagier. Kärlen äro i allmänhet blodfyllda och ställvis något vidgade, samt i kärlskidorna delvis något små celler, äfvensom här och der å en längre eller kortare sträcka utefter kärlet anhopningar af svartgulaktiga pigmentkorn.

I kärlen å hjernbasen, specielt i arteriæ fossæ Sylvii och deras förgreningar en mängd smärre circumscripta endarteriitiska förändringar.

Såsom redan af denna summariska sammanställning framgår finna de kliniska fenomenen sin fulla förklaring i det pathologisk-anatomiska befundet, hvilket sammanhang än bättre framgår vid en mera detaljerad granskning af sjelfva sjukdomshistorierna i samband med obduktionsresultatet och den mikroskopiska undersökningen. Sålunda finner sjelfva hufvudkaraktären af sjukdomen, d. v. s. det progressiva nedåtgåendet af intelligensen, slutande med fullkomlig dementia, sin förklaringsgrund i de utbredda kärlalterationerna samt i de corticala förändringarna i allmänhet af resp. hjernor. Den strax från början uppträdande värken och tyngden i hufvudet jemte svindeln och osäkerheten i gången, samt allmänna tröttheten, hvilka symptom likasom inledde sjelfva sjukdomen, äro likaledes en naturlig följd af de cirkulations rubbningar i hjernan,

---

[1]) Tyvärr blef den mikroskopiska undersökningen af fall III, samt ännu mera af fall I, högst ofullständig, men den fullkomliga likheten i allt öfrigt med fall II, låter väl antaga att äfven här öfverensstämmelse förefanns.

som tydligen måste stå i samband med de antagligen då redan börjande kärlförändringarna, delvis kanske äfven af mera direkt meningealretning.

Den senare tillkommande mer eller mindre beständiga styfheten och tidtals uppträdande tremorn, äro väl äfven att betraktas som ett uttryck af corticalretning; kontrakturerna, åtminstone i tidigare stadier, bero väl och delvis derpå, men äro i senare stadier kanske än mera att tillskrifvas en småningom uppstående nutritiv förkortning i samband med den ständiga liggande ställningen, såsom äfven framgår af den vid obduktion funna stramningen och förkortningen af motsvarande senor och muskler. Talstöringens natur och art åter visar att densamma mera berodde på den allmänna intelligensnedsättningen än på en blott artikulationsstöring, hvilket väl äfven öfverensstämmer med det histologiska befundet, ithy att sjelfva talcentra ej voro mera altererade än de omgifvande partierna, förutom att nämnda symptom ej heller skulle kunna förklaras genom en blott artikulationsstöring. Nämnda allmänna intelligensnedsättning är väl äfven närmast att tillskrifva den mot slutet af sjukdomen uppträdande svårigheten eller kanske rättare trögheten vid sväljningen äfvensom den omständigheten att saliven ofta rann ur mun, alldenstund intet åtmistone med säkerhet kunde uppvisas hos motsvarande nervkärnor. Likaså är den mot slutet ofta uppträdande ofrivilliga afgången af de naturliga behofven närmast att tillskrifvas den allmänna dementian.

De hos fall N:o II uppträdande lätta kramperna under de sista veckorna och dagarne af hans lif äro kanske i någon mon att sättas i samband med de vid den mikroskopiska undersökningen ganska rikligt påträffade färska små hemorrhagierna i corticalis och närmast underliggande lager. Likaså finna de gastriska störingarna sin förklaring genom lefvercirrhosen, som förefanns hos alla 3 fallen.

Vid tolkningen åter af de histologiska förändringarna närmast i hjernan och dess corticallager i deras förhållande till hvarandra, framställer sig strax den frågan: hvilket är det primära och hvilket det sekundära, degeneration eller förminskningen af de myelinhaltiga fibrerna och den om ock ringa atrofin af gangliecellerna eller kärlförändringarna; ty för att uppfatta ett samband mellan dessa förändringar talar redan den omständigheten att desamma voro intensivast ungefär i samma regioner, d. v. s. i främre delen af hjernan. Intet talar hvarken direkt eller indirekt för att antaga degeneration af de myelinhaltiga fibrerna för det primära och hufvudsakliga, medan mot ett sådant antagande talar ej blott det faktum att förminskningen af de myelinhaltiga fibrerna var alltför liten, specielt i jemförelse med kontrollpräparaten från tvenne paralytiker hjernor; utan ock det förhållande att genom ett sådant antagande

de öfriga förändringarna, resp. kärlförändringarna ej skulle finna någon förklaring. Deremot talar intet mot att antaga kärlförändringarna som det primära och väsendtliga, utan tvärtom allt talar för detta antagande, såväl deras intensitetsgrad i förhållande till öfriga förändringar som deras stora utbredning ej blott i hjernan utan äfven i olika delar af kroppen; bäst skulle genom ett sådant antagande äfven de kliniska fenomenen vid början af sjukdomen förklaras; hvarjemte äfven lefvercirrhosen och mjelthyperplasin bäst står i harmoni med denna förklaring.

Allt talar sålunda för att antaga de sclerotiska och degenerativa kärlförändringarna såsom det primära och hufvudsakliga och är det ur denna synpunkt vi hafva att bedömma hela den pathologiska processen. Frågan ställer sig då härvid närmast huruvida man har att göra med en acquirerad sjukdomsform eller huruvida densamma hvilar på hereditär basis.

Vid genomgående af ofvanbeskrifna fall skall man dock snart finna att nästan den enda kända acquirerade sjukdomsform till hvilken dessa fall, på grund af en viss, ej så liten, likhet kunde hänföras är den dementa formen af den progressiva paralysin. Med någon sannolikhet talar likväl deremot, ej blott patienternas ålder (hos ett af fallen började sjukdomen vid 12 år) utan ock vissa egenheter i sjelfva sjukdomsförloppet, så t ex. det förhållande att, såvidt ur anamnesen kunde utrönas genom specielt deråt riktade efterforskningar, ingen förändring i lynnet eller karaktären (förutom det som var en följd af intelligens-nedsättningen), förekom under hela tiden, och att ej heller några spår af vanföreställningar eller incoherens i talet eller tydliga „paralytiska anfall“ någonsin under sjukdomen kunnat observeras, och att talstöringarna eller snarare „icketalandet“ ej voro af det typiska slaget utan mera som en blott tröghet och beroende på ren demens. För dem, som anse att i hvarje fall af dementia paralytica förändringarna i de nervösa elementen äro det primära, skulle så till vida äfven det histologiska befundet tala emot nämnda uppfattning, att här otvifvelaktigt kärlförändringarna voro det primära.

För att vi här åter skulle hafva följderna af en i tidigaste barnaåldern acquirerad lues, kan trots ett noggrannt efterforskande intet stöd vinnas ur anamnesen, ithy att inga hvarken primära symptom (som dock på grund af sin relativa benignité hos barn ofta passera aldeles oobserverade) eller sekundära sådana kunnat uppspåras, ej heller ur yttre besigtningen af resp. patienters personer; likasom ock hela sjukdomsförloppet talar mot en sådan uppfattning. Likaså talar med en viss sannolikhet emot förvärfvad lues det faktum att 3 syskon och vid aldeles olika tidpunkter och på fullkomligt samma sätt

blefvo sjuka, äfvensom vissa familjeförhållanden, till hvilka vi strax skola återkomma.

Man ledes sålunda på uteslutningsväg med allra största sannolikhet att antaga ofvanbeskrifna typiska, hos 3 syskon af samma familj uppträdande, sjukdomsform hvila på hereditär basis, och då har man knappt annat att välja på än syphilis. Men här kommer man på ett ännu ganska omtvistadt och outredt kapitel, nemligen den om syphilis hereditaria tarda, hvilken dock numera ej torde kunna bestridas [1]); hvarvid då strax är att framhålla den något olika betydelse olika författare inlägga i detta begrepp, i det somliga dermed förstå endast de fall, der de på hereditet beroende syfilitiska symptomen, som då äro tertiära, uppträda först efter det andra eller tredje lefnadsåret, utan att några tidigare symptom förekommit, medan andra åter, isynnerhet franska förf., räkna hit alla de fall der symptomen uppträda efter denna tidpunkt, oberoende af om tidigare symptom förekommit eller ej, dervid framhållande svårigheten att strängt kunna skilja åt dessa 2 kategorier, ithy att det ofta kan vara nästan omöjligt att med bestämdhet afgöra huruvida tidigare symptom förefunnits, ithy att dessa kunnat vara så obetydliga att de derigenom lätt undgått uppmärksamheten.

Beträffande åter den vanligaste tidpunkten för uppträdandet af dessa sentida symptom råder häruti en viss öfverensstämmelse mellan resp. förf., i det många i allmänhet angifva pubertetsåldern såsom en gynnsam period för utbrottet af desamma [2]) medan andra förf. angifva vissa åldersgränser, så t. ex. anger Fournier [3]) på grund af 212 delvis af honom sjelf observerade, delvis ur litteraturen uppsamlade af honom för säkra ansedda fall af lues hereditaria tarda, uppträdandet af symptomen i allmänhet falla mellan 3 och 28 år, samt i medeltal vid inemot 12 år, dervid tillika framhållande att i allmänhet i de fall der symptomen uppträdt efter det adertonde året, äfven tidigare symptom blifvit

---

[1]) Redan 1863 yttrar sig Virchow på följande sätt: Die sogenannte Syphilis congenita tarda mag immerhin 2, 5, 10 Jahre und noch länger gebrauchen, ehe sie Formen annimmt, velche dem Arzte äusserlich erkennbare diagnostische Merknale bieten (Eruption), innerlich ist sie gewissin bestimmten Krankheitsheerden schon bei der Geburt vorhanden. Hier handelt es sich nicht um congenitale Prädisposition, sondern um congenitale Krankheit (se hans: die krankhaften Geschwülste. Bd. II s. 482). Likaledes hafva Ricord och Trousseau redan tidigare uttalat sig till förmån för syphilis hereditaria tarda.

[2]) Se t. ex. M. v. Zeissl.: Ueber lues hereditaria tarda (Wiener Klinik 1885. VII s. 182 et 211) äfvensom Augagneur: Etude sur la syphilis héréditaire tardive. Paris 1879 s. 71; dock anger äfven han derjemte mycket vidsträckta åldersgränsor för utbrottet af densamma s. 69.

[3]) Fournier: La Syphilis héréditaire tardive. Paris 1886 s. 180.

iakttagna. Rabl[1]) har i 112 af honom sjelf iakttagna fall funnit det första uppträdandet af nämnda symptom hufvudsakligen falla mellan 7 och 18 år: Diday [2]) åter säger medelåldern i 21 af honom samlade fall för detta uppträdande vara 13 år; o. s. v.

För att nu ur nämnda hereditets synpunkt bedömma föreliggande fall är det skäl att skildt beakta huruvida något mer eller mindre likartadt finnes i hithörande litteratur, vidare huruvida nämnda fall såväl hvad deras hereditära förhållanden, antecedentia, kliniska förlopp och pathologisk-anatomiska befund gifva stöd för en sådan uppfattning.

Vid genommönstrandet af den hithörande litteraturen finner man vanligen de första symptomen utgöras af tertiära affektioner af bensystemet (och ledgångar), af svalg- och näskaviteten, af sinnesorganen, af hud och slemhud, körtlar, m. m.; ofta påträffar man ock visceralsyphilis och deribland ej så sällan symptom från nervsystemet. Bland sistnämnda störingar äro kanske de vanligaste: paresier och förlamningar såväl af enskilda (cerebral) nerver [3]) eller af enskilda extremiteter eller delar deraf, som ock mera utbredda [4]), apoplektiforma och epileptiska anfall [5]) och andra slags kramper och spasmodiska ryck-

---

[1]) Rabl.: Ueber lues congenita tarda, Verhandl. des Congresses f. innere Medicin. Wiesbaden 1886 s. 364.

[2]) Diday: La pratique des maladies Vénériennes. Paris 1886 s. 502.

[3]) Se t. ex. Nettleship: Paralysis of cranial Nerves in congenital Syphilis (British. med. Journ. 1880. II. s. 707) beträffande en 14 års flicka med tydlig congenital syphilis och paralysi af n. oculomotorius och abducens på högra sidan och partiel anesthesi i utbredningsgebitet af 1 och 2 gren af trigeminus på denna sida.

[4]) se t. ex. Siemerling: ett fall af slaganfall med åtföljande högersidig förlamning och afasi af öfvergående natur, vid 4 års ålder (Arch. f. Psychiatrie Bd. XX s. 102); likaså Warner: Cerebral Syphlilis. Two Cases in one Family (British Medical Journal, 1888, II. s. 703), ett fall af venstersidig hemiplegi] vid 8 år, efter en 6 månaders, för meningitis på heredo-luetisk basis ansedd sjukdom, tidigare convulsioner, se äfven t. ex. Broadbent: Syphilitic affections of the nervous system, afdelningen: Cerebral disease in infantile syphilis. Lancet 1874, s. 258, hvarest han omtalar en 3 års flicka som efter att 20 dagar förut hafva fallit och stött hufvudet, fått ett 1 $^1/_2$ timme varande krampanfall, hvarefter qvarstått förlamning af venstra kroppshalfvan, död inträdde sedermera under meningeala symptom; autopsin visade meningeala förändringar och uppmjukningshärdar samt atrophiska och sclerotiska förändringar i hjernan, m. m. likaledes omtalar Broadbent ett annat, som han anser hereditär luetiskt, barn af 10 års ålder, som efter ett krampanfall blifvit paretiskt på venstra sidan, isynnerhet i armen efter en attack med ryckningar i venstra armen.

[5]) t. ex. Dowse (Syphilis of the brain and spinal cord. New-York 1879 s. 71): ett fall af hereditär lues med ett anfall af förlust af medvetandet under 4 timmar vid 10 års ålder (redan vid 5 år lidit af ophthalmia och ozæna), senare hufvudvärk och epileptiska anfall, diplopie m. fl. synstöringar, anæsthesi af venstra ansigtshalfvan, paralysi af v. n. facialis och af h. n. abducens, svindel, vacklande osäker gång, intelligensstöringar etc., mot slutet aphasi och partiel högersidig förlamning. Död vid 12 års ålder under ett epileptiskt anfall; meningeala sammanväxningar, gummata i hjernan, endarterit af kär-

ningar [1]) (chorea) samt hvarjehanda andra retningssymptom, hufvudvärk [2]), svindel, osäkerhet i gången [3]) m. fl. congestiva och meningitiska symptom, en allmänt stegrad nervositet i samband med en långvarig chorea [4]) m. m. m. m. [5]) Dock måste här reservationsvis framhållas att, på grund af beskrifningen af resp. fall, som stundom är ganska ofullständig, hereditén äfvensom ock den luetiska naturen af sjukdomen ingalunda alltid kan anses fullt säker.

Äfven hafva rubbningar observerats som mera direkt hafva sin tillämpning på ifrågavarande ämne d. v. s sådana fall der ett nedåtgående af intelligensen, vare sig med eller utan föregående hereditära symptom, utgjort hufvudkaraktären af sjukdomsförloppet, och som slutat med idioti eller dementia. Sålunda finner man redan af Hutchinson i hans arbete af 1863 (l. c. s. 173) omtaladt ett fall med hereditär lues, en flicka, som till 7:de året skulle väl

len å hjernbasen. I samma kapitel öfver hereditär syphilis omtalar Dowse (s. 79) ett annat fall, ett barn som vid 4 år börjat lida af epileptiska konvulsioner, jemte hvarjehanda andra symptom af hereditär lues; förbättring under antisyfilitisk behandling: t. ex. Hutchinson ett fall af hereditär lues, hos hvilket vid 11 års ålder började uppträda epileptiforma anfall, som alltid togo sin början med spasmodiska ryckningar i extremiteterna på venstra sidan (Fallet är citeradt enligt den franska öfversättningen af Huthchinsons arbete, gjord af Hermet: Etude clinique sur certaines maladies de l'oeil et de l'oreille consécutives à la Syphilis héréditaire par J. Hutchinson Paris 1885, s. 103. Se äfven t. ex. Abner: ett fall af ensidiga epileptiska anfall vid 18 års ålder, derjemte hvarjehanda tecken på hereditär lues, bland annat Hutchinsonska tanddeformationer (Cases (7) illustrating the late manifestations of congenital syphilis. Boston med. and surg. journ. 1887 N:o 21. Ref. i Viertelj. schr. f. Derm. et Syph. 1888 s. 326.)

[1]) t. ex. Glasgov (Vererbte Nerven-Syphilis; Philadelphia Medical-Times 1879, ref. i Viertelj. Schr. f. Derm u. Syph. 1880 s. 420) redogör för ett fall, en 11 års gosse med spasmodiska ryckningar af musklerna å ansigtet och extremiteterna, jemte „minnessvaghet och hufvudvärk". Derjemte Hutchinson'ska tandförändringar. Läkning genom jodkali.

[2]) Lépine (mercredi méd. N:o 17, 1890, ref. i Annales de dermat. et syfil. 1890 s. 625 samt i Viertelj. schr. für Derm. und Syphilis 1891. H. 2. s. 343) ett fall af svår hufvudvärk och ptosis af h. ögonlocket m. m. vid 32 år; dessutom många spår och ärr af hereditär luetiska symptom under barndomen. Augagneur: (l. c. s. 40) ett fall af svår hufvudvärk med nattliga exacerbationer, vid 26 år jemte samtidigt periostitiska processer i hvardera tibian.

[3]) Sålunda omtalar t. ex. Lavarenne ett heredosyfilitiskt fall, som vid 17 år jemte en parenchymatös keratit började lida af svindel, osäkerhet i gången, muskelsvaghet i de nedre extrem. m. m. tillfrisknande under antisyfilitisk behandling. (Note sur un cas de syphilis héréditaire tardive, Annales de derm, et de syphil, 1887 s. 543.)

[4]) Baerensprung: Die hereditäre Syphilis 1864. Fall 73, s. 149.

[5]) Exempel på nästan alla dessa former finner man dessutom hos t. ex. Fournier (l. c.) samt ock i den sammanställning som Fischl, efter att först hafva lemnat en sjukbeskrifning af ett 2 års barn af syfilitiska föräldrar som redan vid 4 månaders ålder lidit af periodiskt påkommande monospasmer af hela högre nedre extremiteten, gifver af de i den honom tillgängliga litteraturen publicerade fall af syphilis i nervsystemet på hereditär basis, deribland äfven några af ofvan citerade fall. (Zischl: corticale Epilipsie congenital-syphilitischen Ursprunges. Zeitschrift f. Heilkunde, 1890, s. 279.)

utvecklat sig, och äfven redan varit i en pension, men då skall en synnervs atrofi, som slutat med fullkomlig blindhet, börjat utbilda sig, jemte dubbelsidig choroidit; då Hutchinson såg henne vid 10 års ålder skall hon varit nästan idiot, hvilket hon enligt modrens, af Hutchinson dock något betviflade, uppgift skulle blifvit kort förut.

En speciel uppmärksamhet åt endast denna sida af saken har egnats af t. ex. Mendel, som i en uppsats: Ueber hereditäre Syphilis, in ihrer Einwirkung auf Entwickelung von Geisteskrankheiten [1]) närmare redogör för ett med fullkomlig demens slutande fall, härstammande från en syfilitisk moder, der intelligensstöringarna började vid 9 år, efter att hvarjehanda syfilitiska symptom tidigare föregått, samt tidtals maniakaliska skof uppträdde och döden sedan inträdde vid 18 år, hvarvid autopsin utvisade en allmän jemn förtjockning af kraniet en stor exostos å basis cranii, sammanväxning af meningerna sinsemellan och med underliggande hjernsubstans, förtjockning af arachnoidean, utvidgning af ventriklarna specielt den venstra. — Ännu mera har J. S. Bury egnat studium häråt [2]); efter ett kort omnämnande af enstaka af andra (Critchett, Hutchinson [3]), Zambaco, Lancereaux [4]), Griesinger, Mendel [5]), Jackson, Thompson, Ireland, Echeverria observerade hithörande fall, de flesta dock mer eller mindre idiotiska redan från tidigaste åldern, redogör han för 6 af honom sjelf iakttagna fall, der ett på hereditär luetisk grund hvilande nedåtgående af intelligensen, med andra mestadels nervösa störingar dessförinnan eller derjemte, begynte mellan det femte och 15:de åldersåret, och efter ett kortare eller längre förlopp (stundom några år), slutade med mer eller mindre fullständig dementia; 2 af fallen blefvo följda ända till döden som inträffade resp. 2 ½ och 7 år efter det intelligensen började aftaga, och visade sig de iakttagna störingarna betingade af meningeala förtjockningar samt af scleros (syfilitisk arterit) och deraf framkallad förträngning af hjernkärlen, (vid hvilka sistnämnda förändringar han fäster stor vigt vid hereditär syfilis) samt mer eller mindre atrofi af hjernvindlarna, i ett fall (N:o II) konstaterades äfven en stark förminskning och atrofi af gangliecellerna i centralvindlarna (de enda som blefvo mikroskopiskt under-

[1]) Archiv f. Psychiatrie Bd. I 1868—1869, s. 308.

[2]) J. S. Bury: The influence of hereditary syphilis in the production of idiocy or dementia. Brain. April 1883, s. 44.

[3]) deribland äfven ofvan beskrifna.

[4]) Lancereaux: Syphilis héréditaire tardive. Idiotie, épilepsie, microcephalie. (Traité de la syphilis. Paris. 1873, s. 542.)

[5]) ofvannämnda fall.

sökta) derjemte fanns i ena fallet förtjockningar och deformiteter af kraniets ben, på specifik grund.

Enstaka mer eller mindre enahanda fall af störd intelligens vid hereditär lues, vanligen med andra symptom derjemte, råkar man dessutom här och der i litteraturen [1]).

Hvad åter lefveraffektioner beträffar så äro de ju, som bekant, vid congenital lues i allmänhet ännu vida vanligare än vid acquirerad, antagligen beroende på den olika ingångsporten, samt i allmänhet den vanligaste lokalisation af visceral syphilis; men äfven vid d. s. k. Syphilis hereditaria tarda finner man af litteraturen lefveraffektioner vara ej så sällsynta [2]) och ofta kombinerade med annan visceralsyphilis, deribland äfven affektioner af nervsystemet.

Det som härvid för ifrågavarande ämne är af specielt intresse är att man relativt ofta vid de senare heriditära formerna påträffar lefvercirrhoser eller den diffusa interstitiella hepatiten, så t. ex. finner man bland Barthelemys sammanställda 30 fall [3]) 8 med mer eller mindre utbredda interstitiella förändringar, (vanligen hypertrofi af lefvern derjemte) samt dessutom 5 fall der desamma voro kombinerade med gummata, (diagnosen dock ej i alla fallen konstaterad genom autopsi). Likaså säger Schott [4]) att man „bei Kindern mit hereditärer Syphilis vorzüglich nur die Induration, höchst selten Knoten findet“ [5]) och t. ex. Rindfleisch [6]) framhåller huruvida ej de fall af lefvercirrhos som man „gelegentlich“ finner hos barn af 10—15 års ålder kunde bero på hereditär lues; ungefär i samma riktning uttalar sig äfven Klebs [7]); medan

[1]) Se t. ex. Fournier l. c. och Fischl l. c.

[2]) Redan Dittrich omtalar 3 sådana fall med ärr och ärriga indragningar och gummata (af honom betraktade som ett slags inkapsladt exsudat) i lefvern hos en 11 års gosse samt en 18 och en 15 års flicka, der han alldenstund anamnesen ej torde gifvit stöd för acquirerad lues, derjemte på grund af typiska ärr i veka gommen och pharynx m. m., samt den hos de båda flickorna försenade utvecklingen, antager hereditär lues. (Dittrich: Der syphilitische Krankheitsprocess in der Leber, Viertelj. f. d. prakt. Heilkunde, Prag 1849, Bd. I s. 30; 1850, Bd. II s. 35.) Likaså förmodar Leudet hereditär lues i 2 fall af lefversyphilis hos en 14 års flicka ock en 43 års qvinna, (Recherches cliniques sur l'étiologie, la curabilité et le traitement de la syphilis hépatique. Archives gén. de Médecine 1866 s. 151.)

[3]) Deribland 2 af Dittrich's ofvanbeskrifna fall. — Se Barthelemy: Syphilis héréditaire tardive. Lesions du foie. Archives générales de médecine, 1884. Mai et Juin. P. 513 et 674.

[4]) Schott: Veränderungen der inneren Organe bei Syphilis hereditaria. Jahrb. f. Kinderheilkunde IV Jahrg. (1861) H. 4 s. 227.

[5]) Se äfven t. ex Tissier: (Syphilis héréditaire. Lésions du foie. Annales de derm. et de syphil. 1885, s. 207), ett fall af lefverlidande som började vid 6 år, och der sedan den diffusa sclerosen befanns hafva den annulära typen.

[6]) Rindfleisch: Lehrb. der pathol. Gewebelehre 1875, s. 421.

[7]) Klebs: Handb. der pathol. Anatomie 1869, Bd. I s. 441.

Simmonds[1]) framhåller att den af honom kallade diffusa fibrösa Hepatiten, „die durch gleichmässige inter- und intralobuläre Bindegewebswucherung sich auszeichnet", i främsta rummet förekommer vid hereditär lues, sålunda i någon mon närmande sig den specielt af franska förf.[2]) framhållna uppfattningen angående d. s. k. monocellulära typen[3]). — Dock är äfven här ofta, liksom vid acquirerad lues, äfven om man frånser den specifika „hepar lobatum", induration ej så jemnt utbredd som vid den vulgära lefvercirrhosen samt äfven sjelfva granuleringen gröfre och ojemnare.

I litteraturen finner man ock stundom typiska kärlförändringar omnämnda, (någongång äfven närmare beskrifna) vid hereditär lues, såsom ock fallet var med det af Dowse och de 2 af Bury ofvan beskrifna obduktionsresultaten; så t. ex. beskrifver Chiari[4]) ett fall af „Hochgradige endarteriitis luetica" (Heubner) an den Hirnarterien eines 15 monatlichen Mädchen's bei sicher konstatirter Lues hereditaria" hvarvid dock, såsom af beskrifningen framgår, man åtminstone ställvis hade en allmän arteriitis, ithy att äfven media och adventitia voro afficierade, likaså citerar Dowse[5]) ett af Barlow beskrifvet fall af congenital lues hos ett 15 månaders barn med de af Heubner beskrifna förändringarna i hjernkärlen. Declerc och Masson[6]) omnämna ett litet mer än en månads gammalt barn med syfilitisk arterit af kärlen som bilda circulus Willisii; likaså finnes bland de af Zischl[7]) relaterade fallen några med endarteriitis luetica, delvis äfven vid aldeles späd ålder.

Hvad åter de hereditära och familje-förhållandena hos föreliggande fall beträffar, så var det svårt att härom få några positiva uppgifter, ithy att både fadren och

---

[1]) Simmonds: Ueber chronische interstitielle Erkrankungen der Leber. Deutsches Arch. f. klin. Med. 27 Bd. (1880) s. 88.

[2]) se t. ex. Charcot et Gambault: Contributions à l'étude anatomique des différentes formes de la cirrhose du foie, (arch. de physiol. norm. et pathol. T. 3 1876, s. 488) se äfven Hudelo: Contribution à l'étude des lésions du foie dans la syphilis héréditaire, Paris 1890. D:me partie: „Syphilis héréditaire tardive", som basesar sig på en sammanställning af 49 fall, hvaraf han dock anser endast 31 fall vara fullt säkra hvad det hereditära ursprunget beträffar.

[3]) se i detta sammanhang äfven Virchow: die krankhaften Geschwülste Bd. 2 s. 429 et 430, äfvensom hans: Ueber die Natur der constitutionell-syphilitischen Affectionen, Virchow's Archiv. Bd. XV, s. 281.

[4]) Wiener Med. Wochenschr, 1881 N:o 17 et 18.

[5]) Dowse l. c. s. 70.

[6]) Annales de derm. et syphil. 1885 s. 711. Sur quelques cas de syphilis héréditaire à manifestations cérébrales.

[7]) Zischl. l. c.

modren till patienterna vid härpå riktade efterforskningar [1]) strax tycktes misstänka något slags spioneri, och delvis förnekade allt, delvis gåfvo undvikande svar, någongång äfven sade sig ej mera kunna erinra sig det hvarom frågan gällde. Vid ett noggrant mönstrande af deras personer kunde ej heller något säkert tecken på föregången lues uppvisas; de multipla mestadels smärre ärr i huden som funnos hos fadren kunna väl svarligen tillmätas någon afgörande betydelse. Deremot måste framhållas att modren, som blef gift vid 19 år, hade det första året af sitt äktenskap ett missfall i 3:dje eller 4:de månaden samt sedan sitt första barn först vid 22 års ålder, derefter ännu 10 barn, sålunda in summa 11, hvilka uppges vid födseln varit friska och af hvilka det andra i ordningen dog vid inemot 1 ½ års ålder, efter att hafva varit sjukligt 5 à 6 månader utan att dock, för såvidt genom modren kunde utrönas, förete några specifika symptom, samt de nu beskrifna sjukdomsfallen sedermera beträffade de 3 äldsta. Bland de återstående förekom yttermera 4 dödsfall inom de två första veckorna utan att vidare uppgift kan fås om deras dödsorsak än att de „blånnade bort". Sålunda äfven en viss grad af polymortalité i familjen.

De 3 barn (N:o 5, 6 och 11) som ännu äro vid lif äro nu resp. 18, 15 och 7 år, samt förefalla friska och ungefär normalt utvecklade, isynnerhet det yngsta som är särdeles väl utveckladt för sina år samt „piggt och lifligt"; tidigare sjukdomar eller något annat som kunde tyda på syfilitiska symptom kan ej hos dem uppvisas; sådana tvärgående fåror på de öfre mellersta framtänderna som fanns hos den äldsta af dem, angifvas visserligen af Fournier [2]) ofta förekomma vid hereditär lues, men kunna ock förekomma aldeles oberoende deraf.

Under förutsättning att lues fanns i familjen och att de nu beskrifna sjukdomsfallen samt möjligen äfven de tidiga dödsfallen berodde derpå, skulle man sålunda i det faktum att först en abort förekom, samt att bland de af barnen som öfverlefvat det andra året, sjukdomen angrep de 3 äldsta, kunna, i öfverensstämmelse med den allmänna regeln, spåra en viss graduel förminskning af den syfilitiska ärftligheten [3]) om ock ej fullt regelbunden, ithy att aldeles tidiga dödsfall äfven förekom bland de senare barnen.

---

[1]) För att närmare söka utreda dessa förhållanden gjorde jag en speciel resa till norra Finland (Purmo) der familjen är bosatt.

[2]) l. c. s. 122.

[3]) se häröfver t. ex. Kassowitz: die Vererbung der Syphilis (Wien 1876) kapitlet IX): Intensität der Vererbung (s. 101) der han behandlar: das Gesetz von der spontanen graduellen Abschwächung der Intensität der syphilitischen Vererbung.

Af resp. patienters antecedentia, före utbrottet af sjukdomen, kan, såsom redan tidigare framhållits ingen säker upplysning vinnas, såframt ej den omständighet, att inga tidigare exquisita symptom [1]) af hereditär lues förekommit, eller rättare med säkerhet kunnat uppvisas (ty obetydliga sådana hafva lätt kunnat blifva öfversedda, synnerligast då föräldrarnes observationsförmåga i detta fall måste ställas något lågt) och ej heller säkra spår deraf hvarken från ögon, öron, tänder eller öfriga delar af bensystemet, hud och slemhud, m. m. förefunnos, möjligen i någon mon kunde anses tala emot att betrakta ifrågavarande sjukdom såsom hvilande på hereditär basis, ithy att det är ytterst rart, enligt somliga t. o. m. tvifvelaktigt att hereditär lues uppträder så sent som i 2 af fallen, d. v. s. vid 20 år utan att tidigare på något tydligt sätt uppenbarat sig.

Hvad åter det kliniska förloppet beträffar, så kan detsamma, såsom ofvan nämnts, ej väl inpassas i någon af de kända acquirerade sjukdomsformerna; men finner deremot (liksom ock det pathologisk-anatomiska befundet), såsom af det föregående framgår, vissa analogier i litteraturen öfver hereditär syphilis, och kan, om ock ej fullständigt, dock på visst sätt jemnställas med de af Fournier [2]) beskrifna tardiva luetiska cerebrala affectionerna, närmast bildande ett slags blandform af tvenne af hans 3 typer, dem med cephalalgiska och dem med mentala initial-symptom [3]), med congestiva störingar derjemte, der väl alla mera rent specifika symptom, såsom partiella förlamningar, jemte alla symptom från huden, slemhinnorna, bensystemet, sinnesorganen m. m. kunna saknas. — De hos alla 3 fallen i början af sjukdomen förekommande smärtorna i benen, kunde väl ock snarast uppfattas såsom de af Fournier [4]) beskrifna ,,douleurs osseuse sans lésions" som enligt honom ofta förekomma hos hereditär syfilitiska.

Derjemte måste i detta sammanhang framhållas den något sena dentition samt sedermera framför allt den ,,infantilism" som var påfallande i alla 3 fallen (se photografierna), äfvensom det förhållande att sjukdomen uppträdde

---

[1]) Huruvida de anfall af medvetsförlust, som fall III haft i barndomen, härvid äro af någon betydelse är svårt att nu efteråt afgöra; likaledes är det svårt att tillmäta den hos fall II under barndomen en kortare tid förekommande öronflytningen någon vigt, synnerligast då den, enligt modrens uppgift, skulle varit förenad med smärtor.

[2]) l. c.

[3]) Skulle man härvid tillämpa den något fullständigare indelningsprincip af de initiala formerna som Fournier ger i sitt arbete: „La syphilis du cerveau" vore föreliggande sjukdom närmast att betrakta som en blandform af den congestiva och den mentala typen.

[4]) l. c. s. 269.

fullkomligt på samma sätt hos icke mindre än 3 medlemmar af samma familj och vid aldeles olika tidpunkter, samt vidare multiplicitén eller rättare den stora utbredningen af lesionerna [1]). Vi komma nemligen sist och slutligen till det pathologisk-anatomiska befundet, och börja vi med kraniet, måste strax framhållas att å detta ej fanns några af de mer eller mindre för pathognomonisk ansedda deformationer; i någon mon torde deremot den i alla 3 fallen funna ovanliga tjockleken hos kraniet kunna tala till förmån för en luetisk grund.

Vidare äro såväl pia-adherenserna, som specielt kärlförändringarna vid en så tidig ålder, ej blott i hjernan [2]) utan äfven något i öfriga regioner, svåra att förklara utan att antaga lues, åtminstone såsom disponerande moment. Öfriga förändringar i hjernan såsom: den obetydliga förminskningen af de myelinhaltiga fibrerna, hufvudsakligen i främre delen af hjernan, den ringa gangliecellatrofin, förändringarna i linskärnorna, hvilkas kärl synas varit mest angripna m. m., äro väl sedan att betraktas såsom aldeles sekundära, ehuru delvis påtryckande sjukdomsförloppet dess karaktäristiska prägel. Likaledes torde endast lues kunna förklara en vid så tidig ålder som i de föreliggande fallen förekommande lefvercirrhos, så mycket mera som de vanligaste öfriga etiologiska momenten, alcoholism och malaria [3]) med säkerhet kunde uteslutas; den här förekommande lefveraffektionen har visserligen ej den form som en luetisk lefver vanligast brukar hafva, men å andra sidan har ju ock ofta, såsom äfven tidigare framhållits, specielt vid hereditär lues, mera diffusa hepatiter blifvit observerade. Som anmärkningsvärdt må framhållas att ingen ascites förefanns, ithy att enligt resp. författare ascites brukar vara ett ganska vanligt symptom, så t. ex. saknades det endast i ett enda af Barthelemy's 8 fall [4]) med mera diffusa interstitiella förändringar; förklaringen härtill är väl kanske delvis att sökas i det mycket långdragna förloppet.

Den i 2 af fallen funna mjeltförstoringen, är väl derför ock ej att betraktas som någonslags stasmjelte, men skulle deremot väl sammanstå med en syfilitisk infektion, om den ock ej erbjuder några aldeles specifika förändringar; men som bekant hör ju mjelten till de organ som sällan erbjuda de för

---

[1]) Att intet ord blifvit nämndt om behandlingen, beror helt enkel derpå att sjukdomen redan var i ett så framskridet stadium då pat. kommo till sjukhuset att ingen egentlig behandling mera kunde komma i fråga.

[2]) Redan Lancereaux (l. c. s. 308) framhåller huru den syfil. arteriten specielt lokaliserar sig i carotiderna och i hjernkärlen, samt hufvudsakligen under form af aldeles circumscripta lesioner.

[3]) Den del af Finland der resp. pat. ända till intagningen på sjukhuset hade framlefvat hela sitt lif är fullkomligt fri från malaria.

[4]) l. c.

syfilis specifikt karakteristiska förändringarna[1]) ithy att väl karakteriserade gummata i mjelten äro ganska sällsynta, medan de i sammanhang med syfilis funna förändringarna äro af mera vulgär natur, som äfven kunna betingas af andra orsaker, såsom: kronisk intumescens, förtjockning af trabecularsubstansen, förtjockning och svålbildning af eller i kapseln, ärriga indragningar å ytan, amyloiddegeneration m. m.

Alltnog om man slutligen öfverväger alla skäl och motskäl, måste man på grund af alla nu påpekade omständigheter stadna vid att, om ock det positiva bindande beviset saknas, dock med allra största sannolikhet antaga en hereditär lues med ett mycket sentida uppträdande, denna dock snarare mera som ett blott disponerande moment, antagligen beroende på att föräldrarnas lues måste redan vid tidpunkten för barnens aflande varit nära nog utslocknad. Densamma kan då ock hos barnen yppa sig först senare samt med jemförelsevis litet rent specifika symptom, utan mera som en sjukdomsform, till hvilken lues står såsom ett aldeles aflägset orsaks- eller rättare disponerande moment, och sålunda att i någon mon jemnställas med t. ex. tabes eller t. ex. vissa former af lefvercirrhos, (hvilket ju ock här förefanns i alla 3 fallen). Härigenom skulle äfven frånvaron af alla tanddifformiteter, som bero på störingar under den tidigaste barndomen, samt af spår af föregående periostiter, gummata och ulcerationer, keratiter, öronsjukdomar m. fl. under barndomen vanligen förekommande tertiära affektioner, finna en antaglig förklaring. Sålunda, och endast sålunda, skulle äfven nu beskrifna typiska familjesjukdom med dess säregna utbredda pathologisk-anatomiska befund få en fullt enhetlig förklaring[2]).

---

[1]) Se t. ex. Gold: Zur Kenntniss der Milzsyphilis (Vierteljahrsschr. f. Derm. und Syphilis. 1880, s. 463.

[2]) Denna uppsats kommer äfven att i något förkortad form ingå i Archiv f. Psychiatrie u. Nervenkrankheiten Bd. XXIV H. 1.

Förklaring till Plancherna.

Planche 1.

Fall N:o II enligt photografi tagen i juni 1889.

Planche 2.

Fall N:o II enligt photografi tagen i juni 1890 (död inträffade d. 13 sept. samma år).

Planche 3.

Fall N:o III enligt photografi tagen juni 1889 (död d. 17 Oktober i samma år).

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ
TOM. XIX. № 11.

ZUR THEORIE

DER

LINEAREN HOMOGENEN DIFFERENTIALGLEICHUNGEN

MIT

DOPPELTPERIODISCHEN COEFFICIENTEN

VON

E. A. STENBERG.

III.

In einem früheren Aufsatze — Zur Theorie der linearen und homogenen Differentialgleichungen mit doppeltperiodischen Coefficienten, II — welcher im 16:ten Tome der Acta Soc. Scient. Fenn. erschienen ist, habe ich durch directe Integration die allgemeine analytische Form der eindeutigen Integrale der im Titel genannten Differentialgleichungen hergeleitet. Als Resultat der Untersuchung ergab sich im § 8 dass die zu derselben Classe gehörenden Elemente eines gewissen Fundamentalsystems die Form

$$y_1 = \varphi(x), \qquad y_\nu = \varphi(x)\ [A_{\nu,1} + A_{\nu,2}\,\varphi_2(x) + A_{\nu,3}\,\varphi_{\nu,3}(x) + \cdots + \varphi_{\nu,\nu}(x)] \quad (\nu \geq 2)$$

haben.

Besonders auffallend ist hierbei der Umstand dass im zweiten Gliede sämmtlicher dieser Ausdrücke dieselbe elliptische Funktion $\varphi_2(x)$ vorkommt. Da die Vermuthung nicht fern lag dass auch zwischen den Funktion $\varphi_{\nu,3}(x)$, $\varphi_{\nu,4}(x)$ u. s. w. irgend welche einfache Relationen stattfänden, habe ich die vorliegende Untersuchung vorgenommen um die betreffenden Relationen zu ermitteln. Aus formellen Gründen, welche die folgende Darstellung rechtfertigen wird, betrachte ich aber den genannten Umstand fernerhin als unbekannt und schreibe also im obigen Ausdruck der Funktion y_ν fürs Erste $\varphi_{\nu 2}(x)$ statt $\varphi_2(x)$.

Hinsichtlich der in Anwendung kommenden Bezeichnungen knüpfe ich meine Darstellung unmittelbar an den erwähnten Aufsatz an, den ich bei den Hinweisungen kurzweg mit einer II bezeichnen werde.

1. Von der Differentialgleichung n:ter Ordnung $\mathfrak{P}_n = 0$ ausgehend, stelle ich eine Folge von Differentialgleichungen

$$\mathfrak{P}^{(1)}_{n-1} = 0\,, \quad \mathfrak{P}^{(2)}_{n-2} = 0 \ldots \quad \mathfrak{P}^{(n)-1)}_{1} = 0$$

auf, worin $\mathfrak{P}^{(1)}_{n-1} = 0$ durch die Substitution von $\varphi(x)\int y dx$ statt y aus $\mathfrak{P}_n = 0$ und $\mathfrak{P}^{(\lambda)}_{n-\lambda} = 0$ durch die Substitution von $\overset{(\lambda-1)}{\varphi}(x)\int y dx$ statt y aus $\mathfrak{P}^{(\lambda-1)}_{n-\lambda+1} = 0$

abgeleitet werden, wenn ich mit $\varphi(x)$ und $\varphi^{(\lambda-1)}(x)$ doppeltperiodische Functionen bezeichne, welche die Gleichungen $\mathfrak{P}_n = 0$ und $\mathfrak{P}^{(\lambda-1)}_{n-\lambda+1} = 0$ integriren. Sämmtliche diese Gleichungen sind von der in II, § 1 angegebenen Art. Somit hat $\mathfrak{P}_n = 0$ ein Fundamentalsystem von der Form

$$\begin{aligned} y_1 &= \varphi(x) \\ y_\mu &= \varphi(x)\ [A_{\mu,1} + A_{\mu,2}\varphi_{\mu,2}(x) + \cdots + A_{\mu,\mu-1}\,\varphi_{\mu,\mu-1}(x) + \varphi_{\mu\,\mu}(x)] \\ &\quad (\mu = 2, 3, \cdots n) \end{aligned}$$

und $\mathfrak{P}^{(\lambda)}_{n-\lambda}(x)$ eins von der Form

$$\begin{aligned} y_1 &= \varphi^{(\lambda)}(x) \\ y_\mu &= \varphi^{(\lambda)}(x)\Big[A^{(\lambda)}_{\mu,1} + A^{(\lambda)}_{\mu,2}\varphi^{(\lambda)}_{\mu,2}(x) + \cdots + A^{(\lambda)}_{\mu,\mu-1}\,\varphi^{(\lambda)}_{\mu,\mu-1}(x) + \varphi^{(\lambda)}_{\mu\,\mu}(x)\Big], \\ &\quad (\mu = 2, 3, \cdots n-\lambda) \end{aligned}$$

und zwar ist im letzteren System $\varphi^{(\lambda)}(x)$ eine doppelperiodische Function *erster* Gattung. Schreibe ich der Einfacheit wegen $\varphi^{(0)}(x)$, $\varphi^{(0)}_{\mu\,\nu}(x)$ und $A^{(0)}_{\mu,\nu}$ statt $\varphi(x)$, $\varphi_{\mu,\nu}(x)$ und $A_{\mu,\nu}$, haben die Functionen $A^{(\lambda)}_{\mu,\nu}$ laut II, § 9 die Eigenschaften

$$\frac{\partial A^{(\lambda)}_{\mu,\nu}}{\partial x} = \sum_{\tau=1}^{\tau=\mu-\nu} a^{(\lambda)}_{\mu,\nu,\tau}\, A^{(\lambda)}_{\mu,\nu+\tau} \qquad \frac{\partial A^{(\lambda)}_{\mu,\nu}}{\partial \psi} = \sum_{\tau=1}^{\tau=\mu-\nu} b^{(\lambda)}_{\mu,\nu,\tau}\, A^{(\lambda)}_{\mu,\nu+\tau}$$

$$(\lambda = 0,\ 1, \ldots\ n-1).$$

Mit Hilfe der hier auftretenden Constanten a, b baue ich nun wie in II, § 4 die elliptischen Functionen

$$\Phi^{(\lambda)}_{\mu,\nu}(x) = \varphi^{(\lambda)}(x)\,.\,\varphi^{(\lambda)}_{\mu,\nu}(x) - \sum_{\tau=1}^{\tau\ \ \nu-1}\Big(a^{(\lambda)}_{\mu,\nu-\tau,\tau} + b^{(\lambda)}_{\mu,\nu-\tau,\tau}\,\wp\,(x-x_0)\Big)\ F^{(\lambda)}_{\mu,\nu-\tau}(x)$$

$$(\lambda = 1, 2 \cdots n-2;\ \mu = 2, 3 \cdots n-\lambda;\ \nu = 2, 3 \cdots \mu)$$

auf, indem ich

$$\begin{aligned} \Phi^{(\lambda)}_{\mu,1}(x) &= \varphi^{(\lambda)}(x), \\ \Phi^{(\lambda)}_{\mu,\nu}(x) &= G^{(\lambda)}_{\mu,\nu}(x) + H^{(\lambda)}_{\mu,\nu}(x) \end{aligned}$$

und

$$\int G^{(\lambda)}_{\mu,\nu}(x)dx = C^{(\lambda)}_{\mu,\nu}\ x + K^{(\lambda)}_{\mu,\nu}\psi + F^{(\lambda)}_{\mu,\nu}(x)$$

setze (siehe II, § 3).

2. Durch eine Vergleichung der Formeln in II, § 7 und II, § 8 findet man nach Einführung dieser Bezeichungen

$$\varphi^{(0)}_{\mu,\nu}(x) = F^{(1)}_{\mu-1,\nu-1}(x)$$

$$A^{(0)}_{\mu,1} = \mathfrak{A}_{\mu-1} \qquad A^{(0)}_{\mu,\nu} = A^{(1)}_{\mu-1,\nu-1} (\nu > 1)$$

und

$$a^{(0)}_{\mu,1,\tau} = C^{(1)}_{\mu-1,\tau} \qquad a^{(0)}_{\mu,\nu,\tau} = a^{(1)}_{\mu-1,\nu-1,\tau}$$

$$b^{(0)}_{\mu,1,\tau} = K^{(1)}_{\mu-1,\tau} \qquad b^{(0)}_{\mu,\nu,\tau} = b^{(1)}_{\mu-1,\nu-1,\tau}$$

Hieraus folgt unmittelbar

$$\varphi^{(\lambda-1)}_{\mu,\nu}(x) = F^{(\lambda)}_{\mu-1,\nu-1}(x)$$

$$A^{(0)}_{\mu,\nu} = A^{(\lambda)}_{\mu-\lambda,\nu-\lambda} = A^{(\nu-1)}_{\mu-\nu+1,1}$$

$$a^{(0)}_{\mu,\nu,\tau} = a^{(\lambda)}_{\mu-\lambda,\nu-\lambda,\tau} = C^{(\nu)}_{\mu-\nu,\tau}$$

$$b^{(0)}_{\mu,\nu,\tau} = b^{(\lambda)}_{\mu-\lambda,\nu-\lambda,\tau} = K^{(\nu)}_{\mu-\nu,\tau}$$

$$(\mu = 2, 3, \ldots n\,;\;\; \nu = 1, 2, \ldots \mu-1\,;\;\; \tau = 1, 2, \ldots \mu-\nu).$$

Da aber

$$\Phi^{(\lambda)}_{1,1}(x) = \Phi^{(\lambda)}_{2,1}(x) = \cdots = \Phi^{(\lambda)}_{n-\lambda,1}(x) = \varphi^{(\lambda)}(x)$$

und also

$$C^{(\lambda)}_{1,1} = C^{(\lambda)}_{2,1} = \cdots = C^{(\lambda)}_{n-\lambda,1}$$

$$K^{(\lambda)}_{1,1} = K^{(\lambda)}_{2,1} = \cdots = K^{(\lambda)}_{n-\lambda,1}$$

$$F^{(\lambda)}_{1,1}(x) = F^{(\lambda)}_{2,1}(x) = \cdots = F^{(\lambda)}_{n-\lambda,1}(x)$$

erhält man einerseits

$$a^{(\lambda)}_{\nu+1,\nu,1} = a^{(\lambda)}_{\nu+2,\nu,1} = \cdots = a^{(\lambda)}_{n-\lambda,\nu,1}$$

$$b^{(\lambda)}_{\nu+1,\nu,1} = b^{(\lambda)}_{\nu+2,\nu,1} = \cdots = b^{(\lambda)}_{n-\lambda,\nu,1}$$

und anderseits

$$\varphi^{(\lambda)}_{2,2}(x) = \varphi^{(\lambda)}_{3,2}(x) = \cdots = \varphi^{(\lambda)}_{n-\lambda,2}(x)\,.$$

woher ich statt $a^{(\lambda)}_{\mu,\nu,1,}$ $b^{(\lambda)}_{\mu,\nu,1}$ und $\varphi^{(\lambda)}_{\mu,\nu}(x)$ einfach $a^{(\lambda)}_{\nu 1}$, $b^{(\lambda)}_{\nu,1}$ und $\varphi^{(\lambda)}_{2,}(x)$ schreiben kann.

3. Ich setze nun voraus dass, wenn der Zeiger ϱ kleiner als die ganze Zahl r ist die Gleichungen

$$a^{(\lambda)}_{\mu,\nu,\varrho} = a^{(\lambda)}_{\nu,\varrho}$$

$$b^{(\lambda)}_{\mu,\nu,\varrho} = b^{(\lambda)}_{\nu\varrho}$$

$$\varphi^{(\lambda)}_{\mu,\varrho+1}(x) = \varphi^{(\lambda)}_{\varrho+1}(x)$$

bestehen.

Da der letzten Gleichung auch das Aussehen

$$F^{(\lambda)}_{\varrho,\varrho}(x) = F^{(\lambda)}_{\varrho+1,\varrho}(x) = \cdot\cdot = F^{(\lambda)}_{n-\lambda,\varrho}(x) \qquad (\varrho < r)$$

gegeben werden kann, ergiebt diese Voraussetzung

$$\Phi^{(\lambda)}_{r,r}(x) = \Phi^{(\lambda)}_{r+1,r}(x) = \cdot\cdot = \Phi^{(\lambda)}_{n-\lambda,r}(x)$$

und somit auch

$$C^{(\lambda)}_{r,r} = C^{(\lambda)}_{r+1,r} = \cdot\cdot = C^{(\lambda)}_{n-\lambda,r}$$

$$K^{(\lambda)}_{r,r} = K^{(\lambda)}_{r+1,r} = \cdot\cdot = K^{(\lambda)}_{n-\lambda,r}$$

$$F^{(\lambda)}_{r,r}(x) = F^{(\lambda)}_{r+1,r}(x) = \cdot\cdot = F^{(\lambda)}_{n-\lambda,r}(x),$$

woraus aber folgende Gleichungen hervorgehen

$$a^{(\lambda)}_{\nu+r,\nu,r} = a^{(\lambda)}_{\nu+r+1,\nu,r} = \cdot\cdot = a^{(\lambda)}_{n-\lambda,\nu,r}$$

$$b^{(\lambda)}_{\nu+r,\nu,r} = b^{(\lambda)}_{\nu+r+1,\nu,r} = \cdot\cdot = b^{(\lambda)}_{n-\lambda,\nu,r}$$

$$\varphi^{(\lambda)}_{r+1,r+1}(x) = \varphi^{(\lambda)}_{r+2,r+1}(x) = \cdot\cdot = \varphi^{(\lambda)}_{n-\lambda,r+1}(x),$$

d. h. die oben vorausgesetzten Gleichungen bestehen auch wenn $\varrho = r$ ist.

Hiermit ist nun erwiesen dass $a^{(\lambda)}_{\mu,\nu,\tau}$, $b^{(\lambda)}_{\mu,\nu,\tau}$ und $\varphi^{(\lambda)}_{\mu,\nu}(x)$ von μ unabhängig sind und also $a^{(\lambda)}_{\nu,\tau}$, $b^{(\lambda)}_{\nu,\tau}$ und $\varphi^{(\lambda)}_{\nu}(x)$ bezeichnet werden können.

4. Als Resultat der Untersuchung kan ich nun folgende zwei Sätze aufstellen:

A. *Die zu derselben Classe gehörenden eindeutigen Integrale einer linearen, homogenen Differentialgleichung mit doppeltperiodischen Coefficienten haben die Form*

$$y_1 = \varphi(x)$$
$$y_2 = \varphi(x)\Big[A_{2,1} + \varphi_2(x)\Big]$$
$$y_3 = \varphi(x)\Big[A_{3,1} + A_{3,2}\varphi_2(x) + \varphi_3(x)\Big]$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$y_m = \varphi(x)\Big[A_{m,1} + A_{m,2}\varphi_2(x) + A_{m,3}\varphi_3(x) + \cdots + A_{m,m-1}\;\varphi_{m-1}(x) + \varphi_m(x)\Big]$$

wo

1) $\varphi(x)$ *eine eindeutige doppeltperiodische Function zweiter Gattung bedeutet, welche die Classe characterisirt,*

2) $\varphi_2(x)$, $\varphi_3(x)$, $\cdots$ $\varphi_m(x)$ *eindeutige doppeltperiodische Functionen erster Gattung, und*

3) *die Grössen* $A_{\mu,\nu}$ *ganze algebraische Functionen* $(\mu-\nu)$*:ten Grades von* x *und* $\frac{\sigma'}{\sigma}(x-x_0)$ *sind, welche die Eigenschaft haben dass, wenn* — $\frac{\sigma'}{\sigma}(x-x_0)$ *als eine von* x *unabhängige Veränderliche* ψ *betrachtet wird, es gewisse Constanten*

$$\begin{array}{lll} a_{1,1},\; a_{1,2} \cdots a_{1,m-1} & \qquad & b_{1,1},\; b_{1,2} \cdots b_{1,m-1} \\ a_{2,1},\; a_{2,2} \cdots a_{2,m-2} & & b_{2,1},\; b_{2,2} \cdots b_{2,m-2} \\ \cdots\cdots\cdots & & \cdots\cdots\cdots \\ a_{m-1,1} & & b_{m-1,1} \end{array}$$

giebt, welche den Gleichungen

$$\frac{\partial}{\partial x}A_{\mu,\nu} = a_{\nu,1}\;A_{\mu,\nu+1} + a_{\nu,2}\;A_{\mu,\nu+2} + \cdots + a_{\nu,\mu-\nu-1}\;A_{\mu,\mu-1} + a_{\nu,\mu-\nu}$$

$$\frac{\partial}{\partial \psi}A_{\mu,\nu} = b_{\nu,1}\;A_{\mu,\nu+1} + b_{\nu,2}\;A_{\mu,\nu+1} + \cdots + b_{\nu,\mu-\nu-1}\;A_{\mu,\mu-1} + b_{\nu,\mu-\nu}$$

genügen.

B. *Jedes von den Integralen derselben Classe linear abhängige Integral hat die Form*

$$y = \varphi(x)\left[A_1 + \sum_{\nu=2}^{\nu=m} A_\nu\,\varphi_\nu(x)\right]$$

wo A_ν *eine ganze algebraische Function* $(m-\nu)$*:ten Grades von* x *und* $\frac{\sigma'}{\sigma}(x-x_0)$ *welche die Eigenschaft*

$$\frac{\partial A_\nu}{\partial x} = \sum_{\varrho=1}^{\varrho=m} a_{\nu,\varrho}\, A_{\nu+\varrho} \qquad \frac{\partial A_\nu}{\partial \psi} = \sum_{\varrho=1}^{\varrho=m} b_{\nu\varrho}\, A_{\nu+\varrho}$$

besitz.

5. Ausserdem kann gezeigt werden dass die Functionen $A_{\mu,\nu}$ durch die Constanten a, b bestimmt sind.

Bezeichne ich nämlich mit $\alpha_{\mu,\nu,\varrho}$ die Summe der Glieder von der ϱ:ten Dimension der Function $A_{\mu,\nu}$, oder nach der Bezeichnung in II, § 1

$$\alpha_{\mu,\nu\varrho} = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\varrho} c^{(\mu,\nu)}_{\lambda,\varrho-\lambda}\, \psi^{\lambda} x^{\varrho-\lambda},$$

woher

$$A_{\mu,\nu} = \sum_{\varrho=1}^{\varrho=\mu-\nu} \alpha_{\mu,\nu,\varrho} \qquad A^{(\lambda)}_{\mu,\nu} = \sum_{\varrho=1}^{\varrho=\mu-\nu} \alpha^{(\lambda)}_{\mu,\nu,\varrho}$$

erhält die in II, § 4 aufgestellte Function $B_{\mu,\nu}$ das Aussehen

$$B_{\mu,\nu} = \left(C^{(1)}_{\mu,\nu}x + K^{(1)}_{\mu,\nu}\psi\right)\sum_{\varrho=1}^{\varrho=\mu-\nu}\frac{\alpha^{(1)}_{\mu,\nu,\varrho}}{\varrho+1} - \sum_{\lambda=1}^{\lambda=\mu-\nu}\ \sum_{\varrho=1}^{\varrho=\mu-\nu-\lambda+1}\frac{x^\varrho\,\psi^\lambda}{\varrho+\lambda}\left(C^{(1)}_{\mu,\nu}c^{(\mu,\nu)}_{\lambda,\varrho-1} - \frac{\varrho}{\lambda}K^{(1)}_{\mu,\nu}\,c^{(\mu,\nu)}_{\lambda-1,\varrho}\right)$$

und somit wird

$$\sum_{\nu=1}^{\nu=\mu-1} B_{\mu,\nu} = \sum_{\nu=1}^{\nu=\mu-1}\left(C^{(1)}_{\mu,\nu}x + K^{(1)}_{\mu,\nu}\psi\right)\sum_{\varrho=1}^{\varrho=\mu-\nu}\frac{\alpha^{(1)}_{\mu,\nu,\varrho}}{\varrho+1} - \sum_{\lambda=1}^{\lambda=\mu-1}\ \sum_{\varrho=1}^{\varrho=\mu-\lambda} M^{(\mu)}_{\lambda,\varrho-1}\frac{\psi^\lambda x^\varrho}{\varrho+\lambda},$$

wo die $M^{(\mu)}_{\lambda,\varrho-1}$ die in II, § 6 definirten Coefficienten bedeuten, welche nach demselben § sämmtlich verschwinden. Es ist also

$$A_{\mu+1,1} = \mathfrak{A}_\mu = \sum_{\varkappa=1}^{\varkappa=\mu-1}\left(C^{(1)}_{\mu,\varkappa}x + K^{(1)}_{\mu,\varkappa}\psi\right)\sum_{\varrho=1}^{\varrho=\mu-\varkappa}\frac{1}{\varrho+1}\,\alpha^{(1)}_{\mu,\varkappa,\varrho} + C^{(1)}_{\mu,\mu}x + K^{(1)}_{\mu,\mu}\psi.$$

Da ausserdem

$$\alpha_{\mu,\nu,\varrho} = \overset{(\lambda)}{\alpha}_{\mu-\lambda,\nu-\lambda,\varrho}$$

weil

$$A_{\mu,\nu} = \overset{(\lambda)}{A}_{\mu-\lambda,\nu-\lambda}$$

erhalte ich aus der letzten Formel erstens

$$A_{\mu,1} + \sum_{\varrho=1}^{\varrho=\mu-2} \sum_{\varkappa=1}^{\varkappa=\mu-\varrho-1} \frac{a_{1,\varkappa}\, x + b_{1,\varkappa}\, \psi}{\varrho+1}\, \alpha_{\mu,\varkappa+1,\varrho} + a_{1,\mu-1}\, x + b_{1,\mu-1}\, \psi$$

und zweitens

$$A_{\mu,\nu} = \overset{(\nu-1)}{A}_{\mu-\nu+1,1} = \sum_{\varrho=1}^{\varrho=\mu-\nu-1} \sum_{\varkappa=1}^{\varkappa=\mu-\nu-\varrho} \frac{a_{\nu,\varkappa}\, x + b_{\nu,\varkappa}\, \psi}{\varrho+1}\, \alpha_{\mu,\varkappa+\nu,\varrho} + a_{\nu,\mu-\nu}\, x + b_{\nu,\mu-\nu}\, \psi\,.$$

Folglich lassen sich die Functionen $\alpha_{\mu,\nu,\varrho}$ *durch die Recursionsformel*

$$\alpha_{\mu,\nu,\varrho} = \sum_{\varkappa=1}^{\varkappa=\mu-\nu-\varrho-1} \frac{1}{\varrho}\left(a_{\nu,\varkappa}\, x + b_{\nu,\varkappa}\, \psi\right) \alpha_{\mu,\varkappa+\nu,\varrho-1}\,,$$

wo

$$\alpha_{\mu,\nu,1} = a_{\nu,\mu-\nu}\, x + b_{\nu,\mu-\nu}\, \psi\,,$$

herleiten und sind somit durch die constanten Grössen a, b völlig bestimmt.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ
TOM. XIX. № 12.

ENUMERATIO
MUSCORUM CAUCASI.

AUCTORE

V. F. BROTHERUS.



Dans l'avant-propos de mes „Etudes sur la distribution des mousses au Caucase" jéxprimais l'éspérance de pouvoir avant peu publier un catalogue systematique des mousses du Caucase, catalogue que feu le Professeur S. O. Lindberg et moi nous nous étions proposé de faire. Pour la distribution de notre travail il était convenu que Lindberg ferait dans ce catalogue la description des nouvelles espèces, tandis que je me chargerais de la partie phytogéographique.

Cependant dès lors il s'est écoulé à peu près huit ans. Ce long retard doit être attribué à plusieurs circonstances défavorables.

Pendant les dernières années de sa vie Lindberg était fort occupé d'autres travaux scientifiques et consacrait surtout beaucoup de temps à l'étude de la flore bryologique de la Sibérie. Après sa mort, lorsque je dus me charger de tout ce travail, mon temps était d'autre part fort absorbé par mes fonctions. De plus, pendant ces dernières années, j'ai consacré beaucoup de temps à l'étude de riches collections provenant des tropiques. Maintenant que je trouve enfin l'occasion de faire imprimer cet ouvrage, si longtemps préparé, je puis cependant dire avec satisfaction que le long retard, apporté à cette publication, a tourné à son avantage car depuis l'époque où, accompagné de feu mon frère, j'entrepris mes voyages au Caucase d'autres botanistes ont aussi exploré ce pays au point de vue de la bryologie.

En 1886 feu le lichénologue H. Lojka entreprit un voyage dans le territoire de Terek. Pendant ce voyage il s'occupa aussi quelque peu des mousses. Les matériaux trouvés et rapportés par lui ont été étudiés et examinés par M. J. Breidler et le résultat en a été publié dans „*Oesterreichische botanische Zeitschrift*" en 1889. Le nombre des espèces n'est pas grand, il est vrai, mais entre elles se trouve une nouvelle espèce, *Bryum ardonense* Breidl., et de plus deux autres espèces, l'*Orthotrichum Schubartianum* et le *Bryum Sauteri,* qui n'avaient pas été rencontrées auparavant au Caucase.

En 1886 aussi MM. L. Kaernbach et O. Kuntze visitèrent pour des recherches botaniques differentes parties du Caucase. Celui-là s'y occupa aussi

quelque peu des mousses et, de retour, il donna sa collection à M. Ch. Müller pour que celui-ci l'examinât et en déterminât les differentes espèces. M. Ch. Müller en fit un catalogue qu'il publia dans „*Acta Horti Petropolitani*“ T. X. Fasc. I (1887). Dans ce catalogue il decrit comme nouvelles espèces le *Bryum Kaernbachii*, la *Dicranella caucasica*, l'*Orthotrichum urnaceum* et le *Stereodon scariosifolius*. Six des espéces mentionnées (*Barbula vinealis, Grimmia trichophylla* var. *meridionalis*, *Hypnum praelongum*, *Anthoceros dichotomus*, *Radula commutata*, *Jungermania sphaerocarpa)* n'ont pas été trouvées auparavant au Caucase.

En 1890 MM. E. Levier et S. Sommier ont visité et exploré au point de vue de la botanique le versant occidental du Caucase. Leur attention s'y porta plus spécialement sur les plus hautes montagnes que je n'avais pu visiter. M. Levier fit une très riche récolte de mousses que, à l'exception des Hépatiques, il eut l'obligeance de m'envoyer pour la détermination. En même temps il m'autorisa à profiter du résultat de mon analyse pour mon ouvrage. Je m'empresse donc de lui présenter ici l'expression de ma sincère reconnaissance. Cette collection a de beaucoup augmenté le nombre des espèces connues auparavant: 31 de ces espèces et 3 varietés [1]), n'avaient pas été rencontrées jusqu'alors dans le Caucase et 3 d'elles étaient même nouvelles pour la science.

N'ayant pas moi-même des connaissances suffisantes pour pouvoir déterminer les Hépatiques rapportées de mes voyages je les donnai au Lindberg qu'il les examinât. Les matériaux rassemblés dans mon premier voyage ont bien été examinés par lui, tandis qu'il n'a pas eu le temps de s'occuper des mousses rapportées de mon second voyage. C'est pourquoi je m'adressai à M. F. Stephani, le savant spécialiste. Fort occupé de l'étude des Hépatiques exotiques, celui-ci eut pourtant l'obligeance non seulement de déterminer les espèces de toute la collection mais encore de faire la description de quelques unes des espèces que Lindberg avait considérées comme nouvelles. Je suis heureux de pouvoir présenter ici à M. Stephani l'expression de ma profonde gratitude. M. Ste-

[1]) *Amblystegium fluitans* v. *exannulatum*, *A. intermedium*, *A. ochraceum*, *Anisothecium squarrosum*, *Antitrichia curtipendula*, *Dicranella Levieri*, *Dicranum Bonjeani*, *D. brevifolium*, *D. Starkei*, *Grimmia mollis* v. *aquatica*, *Orthotrichum Lyellii*, *O. microcarpum*, *Philonotis marchica*, *Pohlia Ludwigii*, *Polytrichum alpinum* v. *septentrionale*, *Sphagnum cymbifolium*, *Sph. papillosum*, *Sph. recurvum* v. *mucronatum*, *Sph. rufescens*, *Sph. teres*, *Tortula latifolia* v. *mutica*, *Blasia pusilla*, *Blepharozia ciliaris*, *Diplophyllum taxifolium*, *Harpanthus scutatus*, *Jungermania cordifolia*, *J. lanceolata*, *Martinellia undulata*, *Metzgeria furcata* v. *ulvula*, *Nardia compressa*, *N. Levieri*, *Porella caucasica*, *P. Thuja*, *Riccardia pinnatifida*.

PHANI a de plus eu l'obligeance de déterminer les Hépatiques recueuillies par M. LEVIER.

Je suis encore de beaucoup redevable à M. G. VENTURI ainsi q'à M. CH. WARNSTORFF. M. VENTURI à été assez aimable d'examiner tous les Orthotriches que M. LEVIER et moi avaient trouvés. M. WARNSTORFF m'a rendu la même service quant aux Sphaignes.

Dans mon ouvrage précédemment publié et traitant la flore bryologique du Caucase j'ai fait une description détaillée de la division de ce pays au point de vue de la phytogéographie, ainsi que de la distribution des mousses dans les différentes régions. En consequence j'ai cru suffisant, dans le catalogue qui suit, de ne donner pour chaque espèce qu'un rapport très succint indiquant les regions, ainsi que les localités où cette espèce a été rencontrée. Pour tous les détails je renvoie donc le lecteur qui s'y intéresse à mon précédent ouvrage. De même, pour ne pas augmenter le volume de l'ouvrage, j'ai cru ne pas devoir indiquer pour chaque place où l'espèce a été trouvée la région à laquelle il appartient. J'ai préféré donner à la fin de cette préface un tableau alphabétique de toutes les localités que j'ai visités ainsi que de la région à laquelle elles m'ont paru appartenir.

Quant au système, j'ai entièrement suivi le plan tracé par LINDBERG.

Comme je l'ai dit dans mon précédent ouvrage sur la flore bryologique du Caucase, LINDBERG s'est donné la grande peine d'examiner les Bryacées que j'avais recueuillies dans mes voyages et que j'avais déjà déterminées moi-même. Il y distingua un assez grand nombre de nouvelles espèces. Cependant comme nous l'avons déjà vu plus haut LINDBERG n'eut malheureusement pas le temps d'achever les descriptions de ces dernières. Pour quelques unes (*Epipterygium rigidum*, *Mielichhoferia caucasica*, *Scopelophila acutiuscula*, *Tortula angustifolia*, *Barbula incrassata*, *Grimmia laevidens*, *Gr. crassifolia*, *Gr. Brotheri*, *Leskea incrassata, Leucodon flagellaris*) il avait pourtant écrit sur l'enveloppe quelques remarques très succintes concernant leur caractère distinctif, remarques dont j'ai profité dans mon ouvrage. La plupart des espèces n'etaient pourtant pas munies d'aucune note, force m'a été d'en faire moi-même toute la description. Quant aux espèces proposées par LINDBERG j'ai été obligé d'en supprimer deux, les ayant trouvées identiques aux deux espèces déjà connues: la *Molendoa linguaefolia* à la *Pleuroweisia Schliephackei* et la *Grimmia exannulata* à la *Grimmia sessitana*. Je n'ai pu distinguer ni le *Bryum longisetum* LINDB. du *Bryum inclinatum* ni la *Oreoweissia laevifolia* du *Dichodontium pellucidum* et l'*Isopterygium concavum* LINDB. ne m'a paru qu'une variété de l'*Isopterygium densifolium* LINDB.

Index locorum.

Abas Tuman	Regio silvatica media.
Achalzich	Regio campestris.
Alagir-Misurtzy	Regio silvatica media.
Atschara	Regio silvatica inferior.
Bakuriani	Regio silvatica superior.
Balta	Regio silvatica media.
Borschom	Regio silvatica media.
Edisi	Regio alpina.
Ermani	Regio alpina.
Glola	Regio silvatica superior.
Gori	Regio campestris.
Gudaur	Regio alpina.
Gudchevi	Regio alpina.
Kadlasen	Regio alpina.
Kasbek (pagum)	Regio silvatica superior.
Khtsoue	Regio silvatica media.
Kobi	Regio silvatica superior.
Krtzkhilvan (in montibus)	Regio silvatica media.
Kutais	Regio silvatica inferior.
Lagermanzech	Regio alpina.
Lailaschi	Regio silvatica inferior.
Lars	Regio silvatica media.
Laschketi	Regio silvatica superior.
Lentechi	Regio silvatica inferior.
Mamisson (Gurschevi)	Regio alpina.
Mekvena	Regio silvatica inferior.
Mleti	Regio silvatica media.
Muri	Regio silvatica inferior.
Mtzchet	Regio campestris.
St. Nicolai	Regio silvatica superior.
Oni	Regio silvatica inferior.
Oprtscheti	Regio silvatica inferior.
Roki	Regio silvatica superior.
Suarkom	Regio alpina.
Tabiszchuri	Regio alpina.
Tib	Regio alpina.

Tiflis	Regio campestris.
Tola	Regio silvatica inferior.
Tscholuri	Regio silvatica media.
Tschvischi	Regio silvatica inferior.
Tsessi	Regio silvatica inferior.
Uzeri	Ad limitem superiorem regionis silvaticae inferioris.
Vladikavkas	Regio silvatica media.
Zei	Regio silvatica superior.
Zomorasch	Regio alpina.

Döll. et Nordm. = Th. Döllinger et A. v. Nordmann.
E. L. = Em. Levier.
V. F. B. = V. F. Brotherus.



MUSCI VERI.

I.

ACROCARPI.

1. POLYTRICHACEAE.

1. **Polytrichum** Dill., Ehrh.

1. **Polytrichum commune** L.

Cauc. major occ.: Kuban, in alpibus versus montem Elbrus c. 2,200 m. (C. A. Meyer!). Sterile.

Cauc. major centr.: Ossetia, in regione Ninno-Zaminda montis Kasbek sterile (Kolenati ex Weinmann [1]).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. [2]).

2. **Polytrichum juniperinum** Willd.

In pascuis, ad margines fossarum, in terra arenosa sicca ut etiam in fissuris rupium silic. a regione silvatica media usque in alpinam passim et haud copiose sed fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, locis uliginosis pr. castellum Pizunda (Döll. et Nordm.!); Kuban, in alpinis versus montem Elbrus (C. A. Meyer!),

---

[1]) J. A. Weinmann: Supplementum I ad Syllabum muscorum frondosorum hucusque in imperio rossico collectorum (Bull. de la Soc. imp. des Natur. de Moscou. T. XIX).

[2]) J. Juratzka u. J. Milde: Beitrag zur Moosflora des Orientes.

in silvis ad flumen Tieberda 12— 1,600 m. (E. L. n. 561! 526!), ad radices sept. occ. montis Elbrus in convalle Kükürtli 15—1,800 m. (E. L. n. 607!); Svania, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 24—2,700 m. (E. L. n. 391!); Radscha, ad Oni, Uzeri, inter Glola et Mamisson, Gurschevi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, in montibus ad pagum Tib, ad mare glaciale Zei, Lars ad fl. Terek, ad radices montis Kasbek (Kolenati!).

Cauc. major or.: Tuschetia, in monte Diklo c. 2,900 m. et in monte Dano c. 3,400 m. (Ruprecht!); Chevsuria, in monte Azunta c. 3,000 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor occ.: Adjaria (distr. Batum), in reg. silv. super. ad Chauli Pereval supra Danais Para-ul (E. L. n. 50!).

Cauc. minor or.: in rupibus montis Ssarial c. 2,700 m. (Kolenati!).

* P. mamillatum Lindb.

Cauc. major centr.: Ossetia, in regione Ninno-Zaminda montis Kasbek fertile (Kolenati!).

3. Polytrichum piliferum Schreb.

Syn. P. pilosum Neck.

Locis siccis arenosis in reg. silv. media et superiore parcius et sterile, in reg. autem alpina sat copiose et fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in summo jugo Kluchor supra moles glaciales 26—2,700 m. (E. L. n. 476!) et in monte granitico inter juga Kluchor et Nachar 25—2,700 m. (Sommier n. 497!); Kuban, in rupestribus alpium versus montem Elbrus c. 2,700 m. (C. A Meyer!). et 32—3,500 m. (E. L. n. 641!); Svania, in cacumine montis Puschquer Tuman pr. Laschketi, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 25—2,700 m. (E. L. n. 392!); Radscha, Gurschevi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, in monte Kasbek, inter Edisi et Gudaur, ad mare glaciale Zei.

Cauc. major or.: Chevsuria, supra lacum Tane c. 2,700 m. (Ruprecht!); Tuschetia, in monte Didigverdi c. 2,900 m. et in monte Dano c. 3,200 m. (Ruprecht!); Dagestania, in monte Saridagh versus fontes fl. Samur c. 3,100 m. (Ruprecht!).

var. **Hoppei** (Hornsch.) Rab.

Cauc. major or.: Dagestania, in monte Artschi - Kale ad fl. Djulti Tschai c. 3,000 m. fertile (RUPRECHT!).

4. Polytrichum attenuatum MENZ.

Syn. P. formosum Hedw.

In terra silvatica, in fissuris rupium silic. umbr. ut etiam in pascuis alpinis a regione silv. inferiore usque in alpinam inferiorem sat raro sed fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, secus fl. Klütsch, ad marginem silvae 800—1,000 m. (E. L. n. 441!) et 12—1,400 m. (E. L. n. 449!); Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Radscha, inter Oni et Uzeri, Uzeri, Gurschevi; Svania, Lentechi, inter Tscholuri et Laschketi, in silvis abiegnis secus flumen Ingur, inter Kala et Ipar 15—1,600 m. (E. L. n. 182!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial pr. aquæ mineral. fontem c. 2,700 m. (KOLENATI!).

5. Polytrichum gracile DICKS.

Talysch: Lenkoran (HAUSSKNECHT ex JUR. et MILD. l. c).

6. Polytrichum alpinum L.

In rupibus silic. et in pascuis regionis silv. superioris et alpinæ. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 581!) et ad radices sept. occ. montis Elbrus in convalle Kükürtli, ad limitem sup. **Pini silvestris** c. 2,300 m. (n. 615!), in monte Beschtau (KOLENATI!); Svania, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 24—2,600 m. (E. L. n. 389! 390!) et 27—2,900 m. (SOMMIER n. 350!), in alpinis summi jugi Latpari 25—2,700 m. (E. L. n. 156!); Radscha, Gurschevi et Mamisson (LOJKA ex BREIDL.) [1]).

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Suarkom, Lars et Kobi ad fl. Terek, in monte Kasbek, Zei (LOJKA ex BREIDL.) l. c.

---

[1]) J. Breidler: Beitrag zur Moosflora des Kaukasus.

Cauc. major or.: Dagestania, in rupibus infra montem Botphag ad fontes fl. Ilan-chevi c. 2,500 m., in monte Schoralo versus fontes fl. Samuri c. 2,000 m. et in monte Bogos c. 2,400 m. (Ruprecht!); Tuschetia, in monte Dano c. 3,200 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, sub fruticibus **Rhododendri caucasici** inter Borschom et lacum Tabiszchuri.

Cauc. minor or.: in monte Kæpesdagh (Kolenati!).

var. **septemtrionale** (Sw.) Lindb.

Cauc. major occ.: Svania, Latpari Pereval, prope nives deliquescentes 2,700 m. circ. (E. L. n. 160!). Sterile.

7. **Polytrichum urnigerum** L.

In terra arenosa, humidiuscula a regione silv. media usque in alpinam inferiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Svania, in jugo Latpari, in alpinis declivii merid. 21—2,200 m. (E. L. n. 150!).

Cauc. major centr.: Ossetia, ad mare glaciale Zei, inter Tib et St. Nicolai ad fl. Ardon, Darial (C. A. Meyer!), Lars et Kobi ad fl. Terek, in monte Kasbek, in saxis montis Krestovaja pr. Kaischaur (Kolenati!), inter Roki et Edisi et in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva.

Cauc. major or.: Dagestania, in monte Botphag ad fl. Ilan-chevi c. 2,400 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor occ.: Adjaria (distr. Batum) in reg. silv. super. ad Khauli Pereval supra pagum Danais Para-ul (E. L. n. 35!).

8. **Polytrichum aloides** Palis.

Syn. Polytrichum nanum Weiss.

Ad aggeres arenosas, humidiusculas viarum, rarius etiam in schisto argilloso regionis silv. inferioris et mediæ sat parce sed fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, secus flumen Klütsch, ad marginem silvae, 800—1,000 m. (E. L. n. 440!); Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion in schisto

argill.; Svania, in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 217!), Laschketi; Radscha, Oni et Glola.

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll.) [1].

2. Catharinea Ehrh.

9. **Catharinea undulata** (L.) W. M.

In terra arenosa humidiuscula ut etiam in schisto argillaceo regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, Suchum-Kalé (Döll. et Nordm.!); Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Svania, inter Muri et Lentechi c. 600 m. (E. L. n. 89), in silvis abietinis inter Lentechi et Tscholuri c. 800 m. (E. L. n. 94!), inter Tscholuri et Laschketi; Letschgum, Lailaschi; Radscha, Uzeri et Glola.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Lars ad fl. Terek, inter Alagir et Unal ad fl. Ardon, ad mare glaciale Zei.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

10. **Catharinea Haussknechtii** (Jur. et Mild.) Broth.

Syn. Atrichum Haussknechtii Jur. et Mild. l. c.
Catharinea anomala Bryhn.
Catharinea lateralis Vaiz.
Atrichum fertile Nav.

Cauc. major occ.: Abhasia, secus flumen Klütsch 12—1,400 m. (E. L. n. 442!); Kuban, ad ripam dextr. fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 525!), ad radices bor. or. montis Elbrus in convalle Kükürtli 15—1,800 m. (E. L. n. 598!). Fertilis.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild.).

11. **Catharinea angustata** (Brid.) Brid.

In terra sicca arenosa ut etiam in fiss. rup. arg. schist. regionis silv. inferioris et mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti et Mekvena ad fl. Rion; Radscha, ad viam inter Uzeri et Glola.

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müller l. c., E. L. n. 17!).

---

[1] C. Müller in Acta Horti Petropolitani T. X, Fasc. I.

2. BUXBAUMIACEAE.

3. Buxbaumia Hall.

12. Buxbaumia viridis Brid.

Syn. Buxbaumia indusiata Brid.

Ad ligna putrida regionis silvaticae mediae et superioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in trunco putrido silvae ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 527! 540!); Svania, in silva supra ripam orientalem fluminis Neuskra 12—1,400 m. (E. L. n. 307!); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom (Radde!), Abas Tuman.

3. GEORGIACEAE.

4. Georgia Ehrh.

13. Georgia pellucida (L.) Rab.

Syn. Tetraphis pellucida Hedw.

Ad ligna putrida regionis silvaticæ mediae et superioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad fl. Apsaeh et pr. castellum Drandarium (Döll. et Nordm.!), secus fl. Klütsch ad silvæ marginem, in trunco putrido (E. L. n. 455!); Svania, in ligno putrido silvarum editiorum montis Tetenar c. 1,800 m. (E. L. n. 129!), in silvis editioribus jugi Utbiri ad orientem fluminis Neuskra 18—2,000 m. (E. L. n. 296!); Radscha, inter Glola et Mamisson.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman.

14. Georgia Browniana (Dicks.) C.-Müll.

var. **repanda** (Funck.) Lindb.

Syn. Tetrodontium repandum Schwaegr.

Cauc. major centr.: Ossetia, in cavernis rupium trachyt. ad Kobi pr. fl. Terek c. 1,850 m. Fertilis.

4. FISSIDENTACEAE.

5. Fissidens Hedw.

15. Fissidens decipiens De N.

Syn. Schistophyllum decipiens Lindb.

Ad rupes, præcipue calcareas, a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Oni et Uzeri; Svania, Lentechi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta, Kasbek et Kobi ad. fl. Terek, ad mare glaciale Zei, inter Alagir et Unal ad fl. Ardon, in monte Lagermanzech ad fl. Didi Liachva.

Cauc. minor or.: in monte Salvat pr. Nucha (Kolenati!).

16. Fissidens taxifolius (L.) Hedw.

Syn. Schistophyllum taxifolium La Pyl.

In terra argillosa regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Radscha, Oni ad fl. Rion.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: in monte Salvat pr. Nucha (Kolenati!).

17. Fissidens incurvus Stark.

Syn. Schistophyllum incurvum La Pyl.

Cauc. major occ.: Letschgum, Muri, ad rupes calcareas regionis silvaticæ inferioris. Sterilis.

18. Fissidens viridulus (Sw.) Wahlenb.

Syn. Schistophyllum viridulum Lindb.

In terra calcarea et argillosa ut etiam ad rupes calcareas, umbrosas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri et Glola.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta et Lars ad fl. Terek, inter Alagir et Unal ad fl. Ardon.

5. MNIACEAE.

6. **Mnium** L. emend.

19. **Mnium punctatum** L.

Syn. Astrophyllum punctatum Lindb.

In terra humida et ad ligna putrida regionis silvaticae mediae et superioris. Raro fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, Dudrubsch (Döll. et Nordm.!), secus flumen Klütsch ad silvæ marginem 13—1,500 m. (E. L. n. 456!); Kuban, ad radices sept. occ. montis Elbrus, in paludosis convallis Kükürtli 16—1,800 m. (E. L. n. 653!); Svania, in silva prope Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 230!), Laschketi; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, in silvis pr. Vladikavkas.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial c. 2,500 m. (Kolenati!).

20. **Mnium rostratum** Schrad.

Syn. Astrophyllum rostratum Lindb.

In fissuris humosis rupium calcar., ad saxa calcarea et ad ligna putrida regionis silvaticae inferioris et mediae. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in dumetis versus montem Hirtscha (Döll. et Nordm.!); Imeretia, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Oni, Uzeri et inter Uzeri et Glola; Svania, in silvis jugi montani inter Enasch (Latal) et Betscho 15—1,600 m. (E. L. n. 199!), in jugo Latpari (Laila), decliv. merid. in reg. silv. fagin. 13—1,500 m. (E. L. n. 141!), in monte Tetenar, in reg. silv. sup. 1,800 m. circ. (E. L. n. 113!), inter Tscholuri et Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Balta et Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom; Priut pr. Tiflis (Kolenati!).

Cauc. minor or.: ad fl. Kotschkar pr. montem Guögdasch et in monte Ssarial c. 2,500 m. (Kolenati!).

21. **Mnium undulatum** (L.) Hedw.
Syn. Astrophyllum undulatum Lindb.

In locis humidis graminosis, in terra silvatica, ad rivulos et in fissuris rupium calcar. regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Sterile.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad fl. Apsäh (Döll. et Nordm.!); Imeretia, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Oni et Uzeri; Svania, Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

22. **Mnium affine** Bland.
Syn. Astrophyllum cuspidatum Lindb.

Cauc. major occ.: Radscha, Mamisson, loco uliginoso regionis alpinæ inferioris. Sterile.

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

Cauc. minor or.: in sylvis circa orig. fl. Kjurak pr. Murov, planta mascula (Kolenati!).

23. **Mnium ciliare** Grev.
Syn. Astrophyllum ciliare Lindb.

In terra silvatica et locis graminosis plus minusve humidis regionis silvaticæ mediæ. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in ruinis pr. Suchum-kalé (Döll. et Nordm.!), in silva primævia ad ripam sinistram flum. Seken 11—1,200 m. (E. L. n. 408!); Radscha, Uzeri; Svania, Laschketi.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Abas Tuman; Priut pr. Tiflis (Kolenati!).

24. **Mnium Seligeri** Jur.
Syn. Astrophyllum Seligeri Lindb.

Locis humidis regionis silvaticæ inferioris. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Svania, Lentechi (Radde!).

25. **Mnium medium** Br. eur.

Syn. Astrophyllum medium Lindb.

Locis graminosis, umbrosis et in arborum truncis putridis regionis silvaticæ mediæ et superioris. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in silva ad ripam dextram fluminis Tieberda (E. L. n. 539!); Svania, in monte Tetenar supra Tscholuri, in reg. silv. super. c. 1,800 m. (E. L. n. 114!), Laschketi; Radscha, ad pagum Gebi (Frick!).

Cauc. minor or.: in monte Ssarial c. 2,500 m. (Kolenati!).

26. **Mnium silvaticum** Lindb.

Syn. Astrophyllum silvaticum Lindb.
Mnium cuspidatum Hedw.

Ad radices arborum, ad rupes et in locis graminosis regionis silvaticæ mediæ. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in rupibus ad catarrhactam Selentschuk (Kolenati!); Abhasia, ad promontorium Drandarium (Döll. et Nordm.!); Radscha, ad Oni et Uzeri; Svania, in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 210!), in silvis jugi montani inter Latal et Betscho 15—1,600 m. (E. L. n. 139!), inter Paleri et fl. Nakra 17—1,800 m. (E. L. n. 264!), inter Tscholuri et Laschketi et ad Laschketi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, Krtzkhilvan; Ossetia, Balta in silvis ad Vladikavkas, Khtsoue ad fl. Didi Liachva.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

Tiflis (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

27. **Mnium stellare** Reich., Timm.

Syn. Astrophyllum stellare Lindb.

In terra arenosa silvatica, ad margines fossarum et in fissuris rupium silic. umbr. a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Sterile.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 590!); Imeretia, Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Oni, Uzeri et Glola; Letschgum, Lailaschi; Svania, in silva prope Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 238!), Lentechi et Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue et inter Roki et Jedisi ad fl. Didi Liachva, Lars ad fl. Terek, in monte Kasbek et ad pagum ejusdem nominis.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

28. **Mnium heterophyllum** (Hook.) Schwaegr.

Syn. Astrophyllum heterophyllum Lindb.

„Parvum, laxum, gracile, innovationibus tenuibus, erectis, foliis hyalinis, pallidis, aetate vinoso-coloratis, tenuissime et angustissime limbatis, serraturis duplicibus tamen maximis, nervo tenui et dorso laevissimo, cellulis vix incrassatis, utriculo primordiali corrugato, basilaribus rectangularibus, ceteris in seriebus obliquis indistincte dispositis, mediocribus ($^1/_{30}$—$^1/_{40}$ mm.) irregulariter ovali-rotundis". Lindb. Notiser ur Sällsk. pro Fauna et Flora Fenn. Förh. IX, p. 52.

In fissuris rupium calcar., ad rupes umbrosas, humo obtectas et ad ligna putrida regionis silvaticae inferioris, mediae et superioris. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad fl. Skurtscha, in radicibus Alni (Döll. et Nordm.!), in silva primaevia supra ripam or. fl. Seken 11—1,200 m. (E. L. n. 418!); Svania, in jugo alpino inter fl. Neuskra et Seken, ad limit. super. silvarum 2—2,100 m. (E. L. n. 335!) et in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (n. 239! 240!), Laschketi; Radscha, Oni; Imeretia, Oprtscheti et Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, in silvis pr. Vladikavkas.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

29. **Mnium orthorrhynchum** Br. eur.

Syn. Astrophyllum orthorrhynchum Lindb.

In fissuris rupium, in terra humosa, rarius etiam ad ligna putrida a regione silvatica media usque in alpinam. Sterile.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 586!) ut etiam in valle Kükürtli (E. L. s. n.); Radscha, Uzeri, in alpe Bereleti pr. Uzeri, Mamisson.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue et ad viam inter Roki et Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Lars et Kobi ad fl. Terek, in monte Kasbek, Gudgora ad fl. Aragva.

30. **Mnium riparium** Mitt.

Syn. Astrophyllum riparium Lindb.

Cauc. major centr.: Ossetia, in terra umbrosa pr. Khtsoue regionis silvaticæ mediæ ad fl. Didi Liachva. Fertile.

31. **Mnium marginatum** (Dicks.) Palis.

Syn. Astrophyllum marginatum Lindb.
Mnium serratum Br. eur.

Ad rupes schistosas a regione silvatica media usque in alpinam inferiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri, Gebi (Frick!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus Lagermanzech et Suarkom ad. fl. Didi Liachva, in monte Zomorasch pr. Ress ad fontes fl. Terek, Balta, Lars et Kobi ad. fl. Terek, ad pedem montis Kasbek.

Cauc. minor centr.: ad rivulum Kodschori pr. Tiflis (Ruprecht!).

Cauc. minor or.: in reg. alp. montis Kæpesdagh (Kolenati!).

32. **Mnium immarginatum** n. sp.

Syn. Astrophyllum immarginatum Lindb. n. sp. in sched.

Dioicum; laxe caespitosum, caespitibus inferne brunneo-tomentosis, superne laete viridibus, aetate pallide ochraceis, haud nitidis; *caulis* niger, ad 3 cm. usque altus, simplex, rigidus, erectus, plantae sterilis apice curvatus, plantae femineae strictus; *folia* rigida, sicca imbricata, haud crispata, humida patentia, carinato-concava, leniter decurrentia, infima remota, squamæformia, superiora sensim confertiora et majora, elongato-oblonga, acuminata, acuta, usque ad 3,5 mm. longa et 1 mm. lata, laevissima, marginibus planis vel leniter recurvis, haud incrassatis vel limbatis, foliis infimis exceptis apice remote, inæqualiter et simpliciter serratis, nervo summo apice dissoluto, e basi rubro latiore (c. 0,13 mm.) sensim angustiore, dorso superne remote serrato, cellulis lævissimis, chlorophyllosis, valde incrassatis, ubique fere aequalibus, subrotundis, 0,012—0,015 mm. diam.; *perichætium* terminale, bracteis externis foliis angustioribus, interioribus sensim minoribus, intimis lanceolato-subulatis, cellulis basilaribus omnium hyalinis, elongatis, marginibusque planis, archegonia sat numerosa et paraphyses filiformes includentibus. Caetera ignota.

Ad radices arborum et ad rupes calcareas vel schistosas umbrosas, humo obtectas regionis silvaticae mediae. Sterile.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta et Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Species valde peculiaris, habitu **Mn. orthorrhyncho** admodum similis, foliis haud limbatis, simpliciter serratis facillime dignoscenda. Speciem aliam affinem (**Mn arcuatum** Broth. in herb.) in Japonia anno 1890 detexit et benevole communicavit Cel. Prof. Dr. H. Mayr.

33. **Mnium spinosum** Voit.
Syn. Astrophyllum spinosum Lindb.

In terra silvatica et locis graminosis regionis silvaticæ mediæ et superioris. Fertile.

Cauc. major occ.: Radscha, in alpe Bereleti pr. Uzeri, Glola; Svania, Laschketi et inter Tscholuri et Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, in regione Ninno-Zaminda montis Kasbek et in alpinis ex oriente pagi Kasbek (Kolenati!)

Cauc. minor centr.: Priut pr. Tiflis (Kolenati!)

34. **Mnium spinulosum** Br. eur.
Syn. Astrophyllum spinulosum Lindb.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 522! 538!); Svania, Laschketi, ad ligna putrida regionis silvaticæ mediæ parce et fertile, in silvis ad ripam orient. fluminis Neuskra 1,000—1,100 m. (E. L. n. 305!).

7. Timmia Hedw.

35. **Timmia bavarica** Hessl.
var. **salisburgensis** Laur.

In terra silvatica, ad latera viarum et in cryptis et fissuris rupium, præcipue calcarearum a regione silvatica inferiore usque in alpinam inferiorem. Fertilis.

Cauc. major occ.: Radscha, Oni; Letschgum, Muri.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva, Balta, Lars, Kobi, inter Kobi et Abano ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: ad fl. Vjera pr. Tiflis (Ruprecht!); Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

36. **Timmia norvegica** Zett.

Cauc. major centr.: Ossetia, in detritu calcareo regionis alpinæ montis Kadlasen ad fl. Didi Liachva parcissime. Sterilis.

8. **Aulacomnium** Schwaegr.

37. **Aulacomnium palustre** (L.) Schwaegr.

Syn. Sphaerocephalus palustris Lindb.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 564!) et ad radices sept. occid. montis Elbrus in paludosis mediae convallis Kükürtli 16—1,800 m. (E. L. n. 602! 651!); in jugo alpino ad confine inter Svaniam occ. et Abhasiam, in paludosis 24—2,500 m. (E. L. n. 357!); Mamisson, ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali, loco paludoso regionis alpinae inferioris c. 2,800 m.; Abhasia, in jugo Kluchor supra fontes fluminis Klütsch, in humentibus alpinis 23—2,400 m. (f. **polycephala**, E. L. n. 469!). Ubique sterile.

Adn. Specimina in herb. Steveni e Tiflis asservata, certissime haud ibi collecta sunt.

6. MEESEACEÆ.

9. **Meesea** Hedw.

38. **Meesea trichoides** (L.) Spruc.

Syn. Meesea uliginosa Hedw.

Locis humosis, humidis regionis alpinæ inferioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Mamisson, ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva et in monte Kasbek.

7. BARTAMIACEÆ.

10. **Philonotis** Brid.

39. **Philonotis calcarea** (Br. Eur.) Schimp.

In stillicidiis calcareis, ad scaturigines et rivulos calciferos a regione silvatica inferiore usque in alpinam inferiorem. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad flumen Tieberda 14—1,500 m. (E. L. n. 559!); Imeretia, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri, Gurschevi; Svania, Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Ermani ad fl. Didi Liachva, Lars et ad pagum Kasbek pr. fl. Terek.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild.).

40. **Philonotis fontana** (L.) Brid.

Ad latera arenosa rivulorum et scaturiginum a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, Dscheper et ad glaciem Asau (Lojka ex Breidl. l. c.); Imeretia, Oprtscheti ad. fl. Rion (f. **gracilis**); Radscha, in monte Bereleti ad Uzeri; Svania, ad rivulos alpinos jugi Latpari, decliv. merid. ad 2.500 m. circ. (E. L. n. 162!), in adscensu jugi Utbiri, inter flumina Nakra et Neuskra, in humentibus alpinis 2,000—2,100 m. (E. L. n. 275!) et 23—2,500 m. (n. 276! 277!), in humentibus alpinis jugi Utbiri, ad orientem fl. Neuskra 25—2,600 m. (E. L. n. 292!), pr. moles glaciales montis Tetnuld supra Kala et Ipar, ad rivulum alpinum 2,200 m. circ. (E. L. n. 166!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Ermani ad fl. Didi Liachva, ad pagum Kasbek et in monte Kasbek. Kobi ad fl. Terek (Kolenati!), in monte Zomorasch ad fontes fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, Dindi Dagh versus fontes fl. Samur circa 2,200 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia. inter Tabiszchuri et Borschom.

41. **Philonotis seriata** Mitt.

Locis paludosis regionis alpinae. Sterilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in summo jugo Kluchor, juxta moles glaciales 25—2,700 m. (E. L. n. 482!) et in monte granitico inter juga Kluchor et Nachar 26—2,700 m. (n. 491!); Svania, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken, lat. orient. 2,000—2,200 m. (E. L. n. 332!) et 24—2,600 m. (n. 385!); Radscha, Gurschevi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Gudchevi, ad fontes fl. Aragva.

42. **Philonotis marchica** Brid.

Cauc. minor occ.: ad ripam dextram fluminis Tschorok prope Batum (E. L. n. 24!). Fertilis.

43. **Philonotis rigida** Brid.

In terra arenosa humida et ad rupes humidas regionis silvaticae inferioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion.

Cauc. minor occ.: Batum, unàcum var. **longipedunculata** C.-Müll. (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

11. Bartramia Hedw.

44. **Bartramia ithyphylla** Brid.

In fissuris rupium humosis a regione silvatica media usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in summo jugo Kluchor, inter rupes graniticas 27—2,800 m. (E. L. n. 486!); Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 577!), ad radices sept. occ. montis Elbrus in convalle Kükürtli 2,300 m. circ. (n. 633!); Svania, in decliv. septemtr. jugi Latpari supra Kala 2,400 m. circ. (E. L. n. 163!) et in decliv. merid. 2,100 m. (n. 147!), in jugo alpino inter flumina Seken et Neuskra (E. L. n. 387!); Radscha, Gurschevi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, in monte Kasbek, Lars et Kobi ad fl. Terek et in monte Zomorasch ad fontes fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania in montibus Bogos et Botphog et in monte Schoralo ad fontes fl. Samur c. 2,000 m. (Ruprecht!); Tuschetia, in monte Diklo c. 2,900 m. (Ruprecht!), inter Zokalto et Schenako ad fl. Alasan c. 1,500 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri.

45. **Bartramia norvegica** (Gunn.) Lindb.

Syn. Bartramia Halleriana Hedw.

Ad rupes umbrosas a regione silvatica media usque in alpinam inferiorem. Fertilis.

Cauc. major occ.: Radscha, Oni et Uzeri; Svania, inter Muri et Lentechi 600 m. c. (E. L. n. 87!), Lentechi et Laschketi, in rupibus umbr. silvae editioris montis Tetenar 1,800 m. c. (E. L. n. 130!), in rupibus umbrosis prope pagum Tscholuri (E. L. n. 107!), in silva prope Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 226!).

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, inter Roki et Edisi ad fl. Didi Liachva, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Tuschetia, inter Zokalto et Schenako ad fl. Alasan c. 1,500 m. (Ruprecht!); Dagestania, Schemacha (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: in rupibus supra aquæ miner. orig. montis Ssarial c. 2,700 m. (Kolenati!), in summo monte Kæpesdagh c. 3,300 m. (Kolenati!).

46. **Bartramia crispa** Sw.

Cauc. major occ.: Svania, Lentechi, ad rupes umbrosas regionis silvaticæ inferioris. Sterilis.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

var **pomiformis** (L.) Lindb.

Cauc. major. occ.: Svania, in jugo Latpari, in alpinis declivii merid. c. 2,100 m. (E. L. n. 148!). Sterilis.

47. **Bartramia Oederi** (Gunn.) Sw.

Ad rupes calcareas, praecipue umbrosas et humidas a regione silvatica media usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus in alta convalle Kükürtli 2,300 m. circ. (E. L. n. 627!); Svania, Lentechi, in silva acerosa inter Lentechi et Tscholuri 800 m. (E. L. n. 91!), in silvis editioribus montis Tetenar 1,800 m. circ. (E. L. n. 131!), inter Tscholuri et Laschketi, in rupibus secus flum. Miestitschela pr. Miestiia 1,300 m. circ. (E. L. n. 186!).

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkkilvan; Ossetia, in monte Kadlasen et inter Koschka et Edisi ad fontes fl. Didi Liachva, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, in monte Zomorasch ad fontes fl. Terek, ad mare glaciale Zei.

Cauc. major or.: Dagestania, Gunib c. 2,000 m. (Ruprecht!); Tuschetia, inter Zokalto et Schenako ad fl. Alasan c. 1,500 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: ad rivulum Kodschori pr. Tiflis c. 700 m. (Ruprecht!); Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: in summo monte Kæpesdagh c. 3,300 m. (Kolenati!); Karabagh, in monte Knis (Szovitz!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

8. BRYACEÆ.

12. Bryum Dill., Schimp.

48. **Bryum proliferum** (L.) Sibth.
Syn. Br. roseum Schreb.

In terra silvatica umbrosa regionis silvaticæ inferioris et mediæ.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion; Svania, Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Vladikavkas et Balta ad fl. Terek.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial (Kolenati!), in silvis circa originem fl. Kjurak prope Murov, ut etiam prope Helenendorf et Sournabad (Kolenati!).

49. **Bryum capillare** L.

Ad rupes, præsertim calcareas, in terra silvatica ut etiam ad radices arborum a regione campestri usque in silvaticam superiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena, Atschara et Tsessi ad fl. Rion; Letschgum, Muri; Radscha, Uzeri et inter Glola et Mamisson; Abhasia, prope Drandarium (Döll. et Nordm.!), secus flumen Klütsch, ad marginem silvae 800—1,000 m. (E. L. n. 438!); Kuban, in silvis ad ripam dextr. fl. Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 511! 519! 520! 536! 537! 549!); Svania, in jugo Latpari, decliv. merid. 14—1,600 m. (E. L. n. 146!), prope pagum Tscholuri 9—950 m. (E. L. n. 98! 105!), in ligno putrido silvae pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 254!), Lentechi et Laschketi.

Tiflis (Steven! Kolenati!).

Cauc. minor occ.: Adjaria, in reg. silv. inf. inter Batum et Keda (E. L.!)

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: in lapidibus pr. fontem mineralem montis Ssarial 2,700 m. circ. (Kolenati!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

var. **carinthiacum** Br. eur.

Cauc. major occ.: Kuban, Asau (Lojka ex Breidl. l. c.).

50. **Bryum ventricosum** Dicks.

Syn. Br. pseudotriquetrum Schwægr.

In humosis ad fontes et secus rivulos ut etiam ad rupes irroratas et in stillicidiis calcareis a regione silvatica inferiore usque in alpinam inferiorem. Rarius fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad flumen Tieberda 14—1,500 m. (E. L. n. 560!), Imeretia, Oprtscheti et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri et in monte Bereleti pr. Uzeri; Svania, Tschoubichevi ad or. fl. Nakra 16—1,700 m. (E. L. n. 260!), in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 21—2,200 m. (E. L. n. 338! 340!) et 24—2,600 m. (n. 393!), Laschketi, ad rivulos alpinos.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et Kasbek ad fl. Terek, Ermani et in monte Kadlasen ad fl. Didi Liachva.

Cauc. major or.: Dagestania, ad pedem montis Botphag ad fontes fl. Ilan-chevi (Ruprecht!).

51. **Bryum turbinatum** (Hedw.) Schwægr.

In stillicidiis calcareis a regione campestri usque in silvaticam mediam. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion; Radscha, inter Oni et Uzeri et pr. Uzeri.

Cauc. minor centr.: Carthalinia. Achalzich.

var. **gracilescens** Schimp.

Cauc. major centr.: Ossetia, in paludosis ad aquas acidulo-ferratas pr. Kobi ad fl. Terek (c. fr., Kolenati!).

52. **Bryum Schleicheri** Schwægr.

In locis scaturiginosis et in rivulis regionis alpinae et silvaticae superioris. Raro fertile.

Cauc. major occ.: Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, in uliginosis et rivulis alpinis montis Tetenar supra Tscholuri 22—2,400 m. (E. L. n. 121! 122!) et in alpinis editioribus jugi Latpari 25—2,700 m. (Sommier n. 157!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Ermani ad fontes fl. Didi Liachva, Gudchevi ad fontes fl. Aragva.

Cauc. minor occ.: Adjaria (distr. Batum), in reg. silvarum super., ad Khauli Pereval, supra pagum Danais Para-ul (E. L. n. 39! 41! 42!).

Cauc. minor. centr.: Carthalinia, in monte Zchramoklisthavi inter Bakuriani et Tabiszchuri.

var. **latifolium** (Schleich.) Br. Eur.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occ. montis Elbrus in paludosis vallis Kükürtli 16—1,800 m. (E. L. n. 652!); Svania, in adscensu jugi Utbiri, inter flumina Nakra et Neuskra, in humentibus alpinis 2—2,100 m. (E. L. n. 274!).

Cauc. major or.: Dagestania, in monte Bogos (c. 2,470 m.) et ad rivulos infra montem Botphag (c. 2,400 m.) ad fontes fl. Ilan-chevi (Ruprecht!), ad orig. Djulti Tschai confl. Samuri c. 2,540 m. (Ruprecht!). Raro fertile.

53. **Bryum Duvalii** Voit.

In terra humida regionis alpinæ inferioris. Sterile.

Cauc. major. occ.: Radscha, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

54. **Bryum pallens** Sw.

In terra arenosa humida et in fissuris rupium schistosarum regionis silvaticæ superioris et alpinæ inferioris. Fertile.

Cauc. major occ.: Svania, in rivulo alpino jugi Utbiri inter flumina Nakra et Neuskra 23—2,500 m. (E. L. n. 279!); Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Suarkom et ad Ermani pr. fl. Didi Liachva, in monte Kasbek.

Cauc. major or.: Schemacha (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

55. **Bryum alpinum** Huds.

Ad rupes humidas siliceas regionis silvaticae inferioris, mediæ et superioris. Sterile.

Cauc. major occ.: Kuban, Dscheper (Lojka ex Breidl. l. c.); Imeretia, Mekvena ad fl. Rion; Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri; Svania, Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Krtzkhilvan et Dschavi ad fl. Didi Liachva, Gudaur et Mleti ad fl. Aragva, Kobi ad fl. Terek.

56. **Bryum gemmiparum** De N.

Syn. Br. laxifolium Lindb. in Öfvers. af Finska Vet. Soc. Förh. 1867—68, p. 4.

In terra calcarea, vere uda pr. Tiflis (Steven! V. F. B!). Planta mascula.

57. **Bryum Muehlenbeckii** Br. Eur.

Cauc. major occ.: Abhasia, in graniticis jugi Kluchor supra fontes fl. Klütsch 22—2,400 m. (E. L. n. 459!); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, ad saxa irrorata regionis alpinæ inferioris. Sterile.

58. **Bryum Mildeanum** Jur.

In terra uda et ad rupes schistosas irroratas a regione silvatica inferiore usque in alpinam inferiorem. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, ad mare glaciale Zei.

59. **Bryum bicolor** Dicks.
Syn. Bryum atropurpureum W. M.

Ad muros et in terra argillosa regionis campestris et silvaticæ inferioris. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Kutais, Oprtscheti et Atschara ad fl. Rion.

Cauc minor centr.: Carthalinia. Achalzich.

60. **Bryum murale** Wils.

Ad rupes calcareas regionis silvaticæ inferioris. Sterile.

Cauc. major occ.: Letschgum, Muri.

61. **Bryum argenteum** L.

In terra arenosa, ad saxa et rupes sicciss. a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Rarius fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occ. montis Elbrus in tecto pagi Kurzuk pr. Utschkulan 13—1,400 m. (E. L. n. 610!), ad glaciem Asau (Lojka ex Breidler); Imeretia, Oprtscheti et Mekvena ad fl. Rion; Svania, in silvis abiegnis inter Lentechi et Tscholuri 800 m. circ. (E. L. n. 96!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, in montibus pr. Tib.

Tiflis (Steven! Kolenati!).

Cauc. minor or.: Helenenthal (Frick!).

var. **lanatum** (BRID.) SCHIMP.

Cauc. major occ.: Letschgum, Muri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta et Kasbek ad fl. Terek, in valle fl. Ardon, Mleti ad fl. Aragva.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, inter Michailovo et Borschom, Borschom, Achalzich.

Tiflis (WILHELMS!).

62. **Bryum Funckii** SCHWÆGR.

Cauc. major centr.: Ossetia, in regione alpina montis Kadlasen ad fl. Didi Liachva, in terra. Sterile.

Talysch: Lenkoran (HAUSSKNECHT ex JUR. et MILD. l. c.).

63. **Bryum cæspiticium** L.

In terra arenosa, ad vias et margines silvarum, ad ligna et ad rupes a regione campestri usque in alpinam inferiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextr. fl. Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 518! 557! 558!), ad radices occid. sept. montis Elbrus in alta convalle Kükürtli 2,300 m. circ. (E. L. n. 623! 624!); Imeretia, Mekvena, Atschara et Tsessi ad fl. Rion; Letschgum, Muri; Svania, in silvis supra ripam laevem fl. Neuskra 12—1,500 m. (E. L. n. 278!), inter Tscholuri et Laschketi; Radscha, Oni, Uzeri, inter Glola et Mamisson.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue, Koschka et Roki ad fl. Didi Liachva, Balta et Kobi ad fl. Terek, in monte Kasbek, Gudaur ad fl. Aragva; Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan.

Cauc. major or.: Schemacha (HAUSSKNECHT ex JUR. et MILD. l. c.).

Tiflis (STEVEN!).

Cauc. minor occ.: Adjaria (distr. Batum, in regione silvarum super. ad Khauli Pereval, supra pagum Danais Para-ul (E. L. n. 36! 38!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, inter Michailovo et Borschom. Borschom, Achalzich, ad lacum Tabiszchuri.

Cauc. minor or.: locis aren. lapidosis pr. fl. Gændscha (KOLENATI!), in reg. alp. montium Kæpesdagh et Ssarial (KOLENATI!).

Talysch: Lenkoran (HAUSSKNECHT ex JUR. et MILD. l. c.).

* **Br. badium** Bruch.

Ad muros et in detritu schistoso ad marg. fluminum regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, prope Drandarium (Nordmann!); Imeretia, Kutais; Svania, Lentechi ad fl. Tschenis Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek.

64. **Bryum pallescens** Schleich.

Ad rupes siliceas et schistosas a regione silvatica superiore usque in regionem alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in summo jugo Kluchor, supra moles glaciales 2,700 m. (E. L. n. 474!); Svania, in jugo Latpari ad 2,100 m. circ. (E. L. n. 149!); Kuban, ad glaciem Asau, Dscheper et Uschuat (Lojka ex Breidl. l. c.).

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek, in valle fl. Ardon (v. **caucasicum** Lindb.).

Cauc. major or.: Dagestania, versus fontes fl. Samur c. 2,000 m. (Ruprecht!); Tuschetia, inter Diklo et m. Kawtaris-mta c. 2,900 m. (Ruprecht!).

65. **Bryum Sauteri** Br. eur.

Cauc. major centr.: Kuban, ad glaciem Asau (Lojka ex Breidl. l. c.). Fertile.

66. **Bryum Kaernbachii** C.-Müll.

Acta Horti Petrop. T. X, Fasc. I (1887).

„Dioicum; cæspites humiles lutescentes laxiusculi; caulis fertilis brevis innovatione longiore longescens; folia caulina et perichætialia siccitate laxe et solitarie disposita valde complicata vix contorta erecta madore paululo dilatata sed profunde longitudinaliter concava perangusta longiuscula valde flexuosa, ubique cellulis marginalibus angustissimis flavidis late limbata, margine vix revoluta apice solum denticulis paucis remotis minutis acute denticulata, nervo latiusculo fuscato profunde canaliculato in aristam longiusculam obliquam tenuem acutatam vix denticulatam flavidam exeunte percursa, cellulis majusculis pellucidis teneris longiuscule rhomboidalibus laxe reticulata; theca in pedicello medio rubro

flexuoso apice cygneo nutans majuscula anguste cylindracea brevicolla ore coarctata late annulata, coriacea ochracea, operculo conico breviter acutato; peristomii dentes externi robusti pallide lutescentes pellucide marginati linea longitudinali tenerrima notati. interni valde carinati angusti minute hiantes. ciliis binis appendiculatis.

Batum (Kaernbach).

Ex habitu **Bryi bimi** vel **Bryi Elwendici** Fehlx., sed foliis ab omnibus congeneribus facile distinguendum". C.-Müll. l. c. p. 257.

67. **Bryum bimum** Schreb.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, inter Tabiszchuri et Borschom in terra humosa regionis subalpinæ. Fertile.

* **Bryum affine** (Bruch.) Lindb.

Syn. Bryum cuspidatum Schimp.

Cauc. major occ.: in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 24—2,600 m. (E. L. n. 393 bis!); Imeretia, Atschara pr. fl. Rion in terra calcarea regionis silvaticæ inferioris. Fertile.

* **Bryum cirratum** (Hornsch.) Lindb.

In terra arenosa et in fissuris rupium regionis silvaticæ superioris et alpinæ inferioris. Fertile.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Lagermanzech ad fl. Didi Liachva, Kobi ad fl. Terek, ad mare glaciale Zei.

Cauc. major or.: Schemacha (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

68. **Bryum torquescens** Br. Eur.

Vallis fluminis Kura in terra arenosa regionis campestris pr. Gori parcissime. Sterile.

69. **Bryum cernuum** (Sw.) Lindb.

Syn. Bryum uliginosum Br. eur.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad pagum Kasbek, in detritu schistoso. Fertile.

70. **Bryum ardonense** Breidl. Oesterr. bot. Zeitschrift 1889. Nr. 4.

„*Caespites* densi, tumidi, superne virides, inferne fuscescentes, tomento radiculoso atro-rufo intertexti. *Caules* 2—4 cm. alti, atro-rubri, dichotomo-ramosi; rami fructiferi 0,5—0,8 cm. alti, inferne aphylli, radiculosi, superne dense foliosi. Folia inferiora remota, minima, ovato-lanceolata, dilute rubentia, margine plano, haud limbato, costa in apice evanida: superiora subito fere majora: comalia 2,4—3,2 mm. longa, 0,9—1,15 mm. lata, erecto-patentia, e basi rubra angustata ovato- et oblongo-lanceolata, cuspidata, plano-carinata, margine late limbato, usque supra medium vel apicem versus revoluto, integro vel apice obsolete serrulato, costa valida, inferne atro-purpurea, in cuspidem longam, laevem vel obsolete serratam excurrente, siccitate contracta, erecto-patentia et subtorta. Retis cellulae rhomboideo-hexagonae, 0,012—0,017 mm. latae, 0,04—0,06 mm. longae; basilares latiores, hexagono-rectangulae et quadratae; marginales angustissimae, magis incrassatae. *Flores* monoici; masculus in ramo brevi, foliis comalibus omnino absconditus, crasse gemmiformis; folia involucralia intima minuta, concava, late ovata, subito acuminata vel costa excedente cuspidata, basi rubente, margine leniter repando-crenulato, serie cellularum unica limbato; antheridia 12—18, 0,35—0,44 mm. longa; paraphyses longiores innumerae, dilute flavidae et rubentes. Floris feminei folia involucralia exteriora foliis comalibus similia; intima minora, 0,32—0,55 mm. lata, 1,15—1,38 mm. longa, lanceolata, costa excedente longe cuspidata, margine plano, integro, haud limbato; archegonia 6—10, 0,58—0,65 mm. longa; paraphyses multae, dilute flavidae et rubentes. *Fructus:* Vaginula 0,6—0,7 mm. longa, 0,36—0,42 mm. crassa. Seta 12—16 mm. alta, 0,18—0,22 mm. crassa, superne arcuata. Capsula pendula vel inclinata, cum collo tumidulo sporangio subaequilongo 2,8—3,8 mm. longa, 1,3—1,5 mm. crassa, elongato-pyriformis, regularis vel leniter incurva, flavovirens, postea rufescens, ore nitido angustato, sicca sub ore coarctata; cellulae exothecii irregulariter oblongae et subrotundae, parietibus plus minusve flexuosis modice incrassatis, sub ore 2—3 series minores, transverse oblongae, stomatibus in collo sat numerosis. Annulus latus, revolubilis. Peristomii dentes 0,055—0,078 mm. lati, 0,36—0,42 mm. alti, inferne aurantiaci, extus dense et minute punctulati, intus sat dense et irregulariter crasse trabeculati et areolati, superne hyalini, papillosi. Peristomium internum 0,3—0,35 mm. altum; membrana basilaris 0,14—0,18 mm. alta, dentibus adhaerens, lutea, minutissime punctulata; processus angusti 0,023—0,033 mm. lati, in carina rimosi vel hiantes, superne hyalini, papillosi; cilia 1—2 rudimentaria vel perfecta, sine appendiculis. Operculum depresso-conicum, mamillatum, 0,65—0,8 mm. diam., dilute fusco-flavum,

nitidulum. Sporae 0,02—0,027 mm. diam. fusco-virentes, punctulatae. Fructus maturitas mense junio.

Cauc. major centr.: Ossetia, in valle fl. Ardon (H. Lojka).

Unterscheidet sich von dem sehr nahe stehenden **Bryum pendulum** (Hornsch.) Schimp. durch das Fehlen der Zwitterblüthen, den etwas längeren Hals, der lichter gefärbten, trocken unter der Mündung stärker eingeschnürten Kapsel und den etwas breiteren flacheren Deckel". J. Breidler l. c.

71. **Bryum pendulum** (Hornsch.) Schimp.

In terra humosa et in fissuris rupium a regione silvatica media usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus, in media convalle Kükürtli 15—1,800 m. (E. L. n. 611!) et in rupestribus alpinis m. Elbrus 34—3,500 m. (n. 648!); Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus pr. Tib et in monte Kasbek.

72. **Bryum inclinatum** (Sw.) Bland.

Syn. Bryum longinerve Lindb. in sched.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28–2,900 m. (E. L. n. 572!). Fertile.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad fontes fl. Zeadon, in terra regionis alpinae et in monte Zomorasch ad fontes fl. Terek, in detritu schistoso regionis alpinae. Fertile.

73. **Bryum concinnatum** Spruc.

Ad rupes humidas regionis silvaticæ mediæ et superioris. Sterile.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et Kobi ad fl. Terek.

13. Plagiobryum Lindb.

74. **Plagiobryum Zierii** (Dicks.) Lindb.

Syn. Zieria julacea Schimp.

In fissuris humosis rupium regionis silvaticæ superioris. Fertile.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, ad rupes humidas pr. fl. Samur circ. 2,000 m. (Ruprecht!).

14. **Pohlia** Hedw., Lindb.

75. **Pohlia albicans** (Wahlenb.) Lindb.

Syn. Webera albicans Schimp.

In terra humida et ad rivulos regionis silvaticæ mediæ et alpinae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in monte granitico inter jugo Kluchor et Nachar 25—2,700 m. (E. L. n. 492!); Radscha, pr. Glola; Svania, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 21—2,200 m. (E. L. n. 339!).

Cauc. major centr.: Mleti ad fl. Aragva.

Cauc. minor occ.: Adjaria, ad or. urbis Batum, in irriguis silvae montanae editioris supra Danais Para-ul (Khauli Pereval) (E. L. n. 32!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

var. **glacialis** Br. Eur.

Cauc. major centr.: Gudchevi ad fontes fl. Aragva, in rivulo alpino. Sterilis.

76. **Pohlia Ludvigii** (Spreng.) Broth.

Syn. Webera Breidleri Jur.
Webera Ludvigii Schimp. Syn. ed. II.

Cauc. major occ.: Abhasia, in summo jugo Kluchor, juxta moles glaciales 25—2,700 m. (E. L. n. 483!) et in arena glaciali jugi Kluchor ad 21—2,200 m. (n. 500!). Sterilis.

77. **Pohlia commutata** (Schimp.) Lindb.

Syn. Webera commutata Schimp.

In terra humidiuscula regionis alpinæ. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in summo jugo Kluchor, supra moles glaciales lateris asiatici 26—2,700 m. (E. L. n. 477!).

Cauc. major centr.: in monte Kasbek.

Cauc. major or.: Dagestania, Gudur Dagh versus fontes fl. Samuri c. 2,870 m. (Ruprecht!).

78. **Pohlia gracilis** (Schleich.) Lindb.
Syn. Webera gracilis De N.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor prope moles glaciales 21—2,200 m., in arenosis secus rivulos (E. L. n. 499!); Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali, in arena glaciali regionis alpinæ superioris. Sterilis.

79. **Pohlia carnea** (L.) Lindb.
Syn. Webera carnea Schimp.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, in terra arenosa humida et in fissuris rupium schistosarum regionis silvaticae inferioris. Fertilis.

Cauc. minor or.: in regione Hatiss prope fl. Gaendsçha (Kolenati!). Fertilis.

80. **Pohlia nutans** (Schreb.) Lindb.
Syn. Webera nutans Hedw.

Ad ligna putrida et in terra humosa regionis silvaticae mediae, subalpinae et alpinae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occ. montis Elbrus, in alta valle Kükürtli 2,300 m. circ. (E. L. n. 622!); Uschuat et Mamisson (Lojka ex Breidl. l. c.).

Cauc. major or.: Schemacha (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman, inter Borschom et Tabiszchuri.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

81. **Pohlia cruda** (L.) Lindb.
Syn. Webera cruda Schimp.

In fissuris humosis rupium a regione silvatica media usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in alpinis versus montem Elbrus circ. 2,400 m. (C. A. Meyer!), in rupestribus alpinis m. Elbrus occid. 34—3,500 m. (E. L. n. 650!), in silvis ad ripam dextr. fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 517!), Uschuat (Lojka ex Breidl. l. c.); Svania, in silva prope Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 237!), in monte ad sept. jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken 27—2,900 m. (E. L. n. 351!); Abhasia, in monte granitico inter

jugo Kluchor et Nachar 25—2,700 m. (E. L. n. 493!) et secus fl. Klütsch 800—1,000 m. (n. 439!); Radscha, Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars, Kobi, in montibus Kasbek et Zomorasch ad fl. Terek, Edisi et Suarkom ad fl. Didi Liachva; Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan.

Cauc. major or.: Dagestania, Schoralo versus fontes fl. Samuri circ. 2,000 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor or.: in monte Ssarial (Kolenati!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

82. **Pohlia longicollis** (Sw.) Lindb.

Syn. Webera longicollis Hedw.

In fissuris humosis rupium, rarius in terra regionis silvaticae superioris et alpinae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, secus flumen Klütsch 800—1,000 m. (E. L. n. 436!) et 12—1,400 m. ad silvae marginem (n. 444!); Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 565! 591!), ad radices sept. occid. montis Elbrus, in alta valle Kükürtli 2,300 m. circ. (E. L. n. 621!); in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 24—2,600 m. (E. L. n. 388!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars, Kobi, inter Kobi et Abano ad fl. Terek, in montibus Kasbek et Zomorasch.

83. **Pohlia elongata** Hedw.

Syn. Webera elongata Schwaegr.

Cauc. major occ.: Abhasia, secus fl. Klütsch, ad marginem silvae 12—1,400 m. (E. L. n. 443!); Svania, in alpinis decliv. merid. jugi Latpari 2,200 m. circ. (E. L. n. 159!). Fertilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Kobi et Abano ad fl. Terek, in terra arenosa humidiuscula. Fertilis.

84. **Pohlia polymorpha** Hornsch.

Syn. Webera polymorpha Schimp.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occ. montis Elbrus in alta valle Kükürtli 2,300 m. circ. (E. L. n. 636!); Svania, in monte ad septentr. jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken 27—3,000 m. (Sommier n. 352!).

in monte Puschquer Tuman pr. Laschketi, in terra regionis alpinae parcissime. Fertilis.

85. **Pohlia acuminata** Hornsch.
Syn. Webera acuminata Schimp.

Ad saxa et in terra humosa regionis silvaticæ superioris et alpinæ inferioris. Fertilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, Darial (Ruprecht!), in monte Kasbek.

15. **Epipterygium** Lindb.

86. **Epipterygium rigidum** Lindb. n. sp. in sched.

Dioicum; laxe caespitosum, caespitibus pallide viridibus, aetate rufescentibus, haud nitidis; *caulis* ad 10 mm. usque altus, erectus, rigidus, inferne longe fusco-radiculosus, superne laxe foliosus, simplex vel innovationes binas usque ad 5 mm. altas, erectas, strictas, laxe foliosas procreans; *folia* difficiliter emollita, infimis minoribus exceptis fere aequimagnis, siccitate contracta, humida patentia, plana, longe decurrentia, plantae sterilis et innovationum elliptica, abrupte breviter acuminata, acuta, 1,2—1,5 mm. longa et 0,8—1,0 mm. lata, plantae fertilis longiora et angustiora, omnia marginibus planis, apice serratis, anguste limbata, nervo valido rufo, fere ad apicem producto, cellulis incrassatis, plus minusve rhombeis, medii folii 0,075—0,1 mm. longis et 0,025 mm. latis, chlorophylliferis; seta ad 7 mm. usque alta, erecta, flexuosula, tenuis, apice cygnea, pallide rubens, apice pallida; *theca* e collo contracto brevi breviter oblonga, aequalis, pendula, sicca sub ore haud contracta; *peristomium* et *spori* E. Tozeri; operculum subconicum, acutiusculum.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, in terra arenoso-argillosa humida regionis silvaticae inferioris.

„Foliis fere aequaliter magnis, ut stipulaeformibus non bene effiguratis, angustius limbatis, ad apiculum optime serratis, nervo longo, in apice dissoluto, crassiore, cellulis duplo triplove minoribus, plus minusve rhombeis, bene incrassatis, chlorophylliferis etc. ex E. Tozeri certe differt". Lindb. in sched.

16. **Leptobryum** Wils.

87. **Leptobryum pyriforme** (L.) Wils.

Ad saxa calcarea et in terra arenosa a regione silvatica inferiore usque in silvaticam superiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, inter Kobi et Abano ad fl. Terek.

Talysch: Lenkoran (HAUSSKNECHT ex JUR. et MILD. l. c.).

17. **Mielichhoferia** HORNSCH.

88. **Mielichhoferia caucasica** SCHIMP. n. sp. in sched.

Syn. Oreas caucasica LINDB. in sched.

Synoica; laxe caespitosa, caespitibus parvis, humilibus, inferne rubescentibus, superne pallide viridibus, aetate aurescentibus, nitidiusculis; *caulis* ad 3 mm. usque altus, erectus, inferne dense radiculosus, radiculis longis, verrucosis, superne in ramis brevibus, fastigiatis, clavatis divisus, innovationibus gracilibus, 6—7 mm. longis, pallide viridibus; *folia* dense conferta, sicca adpressa, humida erecto-patentia, carinato-concava, lanceolata vel lineari-lanceolata, nervo excurrente longe cuspidata, marginibus integerrimis, fere ad apicem anguste revolutis, nervo crasso, rufescente in cuspidem longissimum excurrente, cellulis leptodermicis, hyalinis, rhomboideo-linearibus 0,1—0,12 mm. longis et 0,010—0,012 mm. latis, basilaribus infimis brevioribus; *seta* basi geniculata, superne flexuosa, ad 7 mm. usque alta, gracillima, basi rubra, superne pallida; *theca* subcernua, obovata, microstoma, 2 mm. longa et 1 mm. crassa, collo brevissimo, leptodermis, pallida, stomatibus copississimis, minutis, superficialibus; *annulus* duplex, margini thecae adhaerens; *peristomium* simplex, dentibus angustissimis, ab una serie cellularum formatis, hyalinis; *operculum* minutum, convexum, apiculo nullo.

Cauc. major or.: Dagestania media, ubi in speluncis (c. 1,800 m.) prope Karata parce legit F. J. RUPRECHT.

89. **Mielichhoferia nitida** (FUNCK.) HORNSCH.

Syn. Oreas Mielichhoferi Brid.

Ad rupes argillaceo-schistosas a regione campestri usque in alpinam superiorem. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Svania, Lentechi ad fl. Tshenis Tskhali; Radscha, inter Uzeri et Glola, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus pr. Tib, Lars et in monte Zomorasch ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, inter Kuslar et Kirgull versus fontes fl. Samur c. 1,900 m. (Ruprecht!).

Tiflis.

9. FUNARIACEÆ.

18. Funaria Schreb., Lindb.

90. Funaria hygrometrica (L.) Sibth.

In terra, ad rupes calcareas et ad muros a regione campestri usque in silvaticam superiorem. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, Dranty ad fl. Kodor (Döll. et Nordm.!), secus flumen Klütsch, ad silvae marginem 12—1,400 m. (E. L. n. 445!), Kuban, in turfosis pr. montem Oschten (Kolenati!), ad radices sept. occid. montis Elbrus supra pagum Kurzuk 1,400 m. circ. (E. L. n. 609!) et in convalle Kükürtli 2—2,200 m. (n. 608!); Imeretia, Atschara ad fl. Rion; Letschgum, Muri; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Balta, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, Mleti ad fl. Aragva, inter Khtsoue et Koschka ad fl. Didi Liachva, inter Alagir et Unal ad fl. Ardon.

Tiflis (Kolenati!), Mtzchet.

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Achalzich.

Cauc. minor or.: in ripa fl. Gaendscha et in monte Ssarial (Kolenati!).

91. Funaria aequidens Lindb. n. sp. in sched.

Autoica; caespitosa, cæspitibus laxiusculis, humilibus, pallide fuscidulo-viridibus; *caulis* ad 5 mm. usque altus, erectiusculus, flexuosulus, niger, infima basi longe radiculosus, apice tantum sat dense foliosus; *folia* sicca parum mutata, difficile emollita, humida erecto-patentia, carinato-concava, oblonga, breviter acuminata, marginibus planis, subintegerrimis, haud limbata, nervo tenui, basi 0,035 mm. lato, lutescenti-rufescente, cum apice evanido, laevissimo, cellulis hexagono-rectangularibus, parce chlorophyllosis, basilaribus laxioribus, inanibus, omnibus laevissimis; *seta* ad 13 mm. usque alta, erecta, sicca et humida flexuosula, tenuis, rufescens, apice pallida, sinistrorsum torta; *theca* erecta, leniter obliqua, subsymmetrica, pyriformis, cum collo 2,5 mm. longa et 1 mm. crassa, collo sporangio paulum longiore, profunde striata, lutescenti-viridis, aetate fusca;

annulus compositus, facillime revolubilis, 0,075 mm. latus; *peristomium* duplex, exostomii dentes in tholum depressum conniventes, circa 0,4 mm. longi et circa 0,085 mm. lati, lanceolato-subulati, inferne dense lamellati, rufo-purpurei, apice dense papillosi, hyalini; endostomium perfectum, lutescens, papillosum, processus lanceolati, dentibus aequilongi sed latiores (c. 0,11 mm. lati), exostomio per totam longitudinem adhaerens; *spori* 0,015—0,017 mm., ochracei, laevissimi; *operculum* plano- vel subconico-convexum 0,59—0,66 mm. diam., luteum, margine purpureum, cellulis in spiram dispositis.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ut etiam inter Kobi et Abano ad fl. Terek in terra calcarea umbrosa.

A. F. hygrometrica proxima exiguitate omnium partium, theca erecta, subsymmetrica et peristomio optime differt.

92. **Funaria mediterranea** Lindb.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich, in terra regionis campestris. Fertilis.

19. Physcomitrium Brid.

93. **Physcomitrium pyriforme** (L.) Brid.
Syn. Gymnostomum pyriforme Hedw.

Cauc. minor or.: in lapidosis ripae fl. Gaendscha (Kolenati!). Fertile.

94. **Physcomitrium acuminatum** (Schleich.) Br. eur.
Syn. Gymnostomum acuminatum Schleich.

Cauc. major occ.: Letschgum, Muri, in fossa, æstate sicca, regionis silvaticæ inferioris. Fertile.

var. **patulum** Lindb.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, in fissuris rupium schist. irrorat. regionis silvaticæ inferioris. Fertile.

20. Amblyodon Palis., Br. eur.

95. **Amblyodon dealbatus** (Dicks.) Palis.

In fissuris humosis rupium schistosarum regionis alpinæ. Fertilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, Ermani et in montibus Kadlasen et Lagermanzech ad fl. Didi Liachva, in montibus Kasbek et Zomorasch ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, ad fl. Ilanchevi et ad junct. fl. Orizchali et Ilanchevi pr. Schauri (Ruprecht!), in m. Bogos c. 2,470 m. (Ruprecht!).

10. SPLACHNACEÆ.

21. **Tetraplodon** Br. Eur., Lindb.

96. **Tetraplodon urceolotus** Br. Eur.

Locis graminosis apricis, ventis verberatis regionis alpinæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval inter flumina Tieberda et Do-Ut (distr. Utschkulan) 28—2,900 m. (E. L. n. 571!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek.

Cauc. major or.: Chevsuria, in monte Azunta c. 3,000 m. (Ruprecht!).

22. **Tayloria** Hook., Mitt.

97. **Tayloria Froelichiana** (Hedw.) Mitt.

Syn. Dissodon Froelichianus Grev. Arn.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek c. 2,770 m., pr. nives liquescentes (Kolenati!). Fertilis.

11. WEBERACEÆ.

23. **Webera** Ehrh.

98. **Webera sessilis** (Schmid.) Lindb.

Syn. Diphyscium foliosum Mohr.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, in fissuris rupium schistos. regionis silvaticæ inferioris; Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali, in terra regionis alpinæ. Sterilis.

12. TORTULACEAE.

24. Encalypta Schreb.

99. Encalypta contorta (Wulf.) Lindb.

Syn. Leersia contorta Lindb.
Encalypta streptocarpa Hedw.

Ad rupes, praecipue calcareas, regionis silvaticae inferioris et mediae, rarissime etiam alpinae inferioris. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri; Svania, inter Muri et Lentechi (E. L. n. 85!), Lentechi, ad or. fluminis Nakra inter Kitschkuldach et Paleri (E. L. n. 261!).

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Balta, Lars et Kasbek ad fl. Terek, inter Kobi et Gudgora (Ruprecht!), inter Alagir et Unal ad fl. Ardon, Ermani et in monte Lagermanzech ad fl. Didi Liachva in reg. alp. parcissime.

Tiflis (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

100. Encalypta rhabdocarpa Schwægr.

var. **leptodon** (Bruch.)

Syn. Leersia rhabdocarpa var. leptodon Lindb.

Ad rupes regionis silvaticae mediae et superioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in silva ad ripam dextram fluminis Tieberda 1,550 m. (E. L. n. 543!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

101. Encalypta exstinctoria (L.) Sw.

Syn. Leersia exstinctoria Leyss.

Ad rupes a regione campestri usque in silvaticam mediam, rarissime etiam in regione alpina. Fertilis.

Cauc. major occ.: Letschgum, Muri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta, Lars, inter Kobi et Abano ad fl. Terek, in montibus pr. pagum Tib, Gudaur ad fl. Aragva; Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan.

Tiflis (Steven! Ruprecht!), Baku (C. A. Meyer!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Achalzich.
Cauc. minor or.: in rupibus pr. montem Ssarial (Kolenati!).

var. **obtusa** Br. germ.

Tiflis, ad rupes siccissimas regionis campestris. Fertilis.

102. **Encalypta alpina** Sm.

Syn. Leersia alpina Lindb.
Encalypta commutata Br. germ.
Encalypta caucasica Rupr. Bull. Soc. imp. de Nat. de Mosc. T. XIX, 1, p. 521.

In fissuris rupium schistosarum regionis alpinæ. Fertilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kadlásen ad fontes fl. Didi Liachva, in montibus pr. Lars, in monte Kasbek (Kolenati!) et in monte Zomorasch ad fl. Terek, Gudchevi ad fontes fl. Aragva.

Cauc. major or.: Dagestania, supra Chundsach (Ruprecht!).

103. **Encalypta affinis** Hedw.-f.

Syn. Leersia affinis Lindb.
Encalypta apophysata Br. germ.

Ad rupes umbrosas regionis silvaticæ mediæ et alpinae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Svania, in rupestribus alpinis jugi Utbiri, descensus occ. versus fl. Neuskra 25—2,600 m. (E. L. n. 288!).

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman.

104. **Encalypta laciniata** (Hedw.) Lindb.

Syn. Leersia laciniata Hedw.
Encalypta ciliata Hoffm.

Ad rupeas siliceas a regione silvatica media usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 569! 573!) et ad radices sept. occ. montis Elbrus in alta convalle Kükürtli 2,300 m. circ. (n. 626!); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, Lentechi, Laschketi, in jugo alpino Latpari, decliv. merid. 2,300 m. circ. (E. L. n. 161!).

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Lars, Kasbek, Kobi et in monte Zomorasch ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, versus fontes fl. Samur c. 3,100 m. (Ruprecht!), in rupibus montis Balakuri c. 3,000 m. (Ruprecht!).

Tiflis (Ruprecht!).

Cauc. minor or.: in monte Salvat pr. Nucha (Kolenati!).

var. **microstoma** (Bals. et De N.).

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo alpino inter Do Ut et Utschkulan 2,500 m. circ. (E. L. n. 596!). Fertilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, Mleti ad fl. Aragva, ad rupes regionis silvaticæ mediæ. Fertilis.

25. Scopelophila Mitt.

105. Scopelophila acutiuscula Lindb. n. sp. in sched.

Dioica; dense caespitosa, caespitibus ad 2 cm. usque altis, apice laete viridibus, inferne fuscis, vel atro-fuscis, aetate nigricantibus; *caulis* tenuis, fragilis, erectus, furcatus, ubique dense foliosus; *folia* erecta, apice recurvatula, carinata, brevia, superiora usque ad 2,5 mm. longa et 0,5 mm. lata, lineali-spathulata, acutiuscula, marginibus integerrimis, inferne plus minusve revolutis, superne planis et ibidem seriebus pluribus cellularum magis incrassatarum quasi limbatis; nervo infra summum apicem evanido, laevissimo, cellulis superioribus minutissime papillosis, chlorophyllosis, rotundato-hexagonis 0,012—0,015 mm., basilaribus laxe rectangularibus, inanibus; *bracteae perichaetii* foliis similes, archegonia 2 l. 3, paraphysibus paucis, filiformibus. Caetera ignota.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, in fissuris rupium schistosarum regionis silvaticae inferioris sat copiose.

A. S. ligulata (Spruc.) foliis brevioribus et angustioribus, acutiusculis, minus distincte limbatis et cellulis majoribus differt.

26. Tortula Hedw., Lindb.

106. Tortula montana (Nees.) Lindb.

Syn. Barbula intermedia Schimp.

Ad rupes calcareas et schistosas regionis campestris et silvaticæ inferioris. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena et Tsessi ad fl. Rion; Svania, inter Tscholuri et Laschketi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Mleti ad fl. Aragva.

Tiflis (Haussknecht, V. F. B.!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom ef Achalzich.

107. **Tortula ruralis** (L.) Ehrh.

Syn. Barbula ruralis Hedw.

Ad rupes siccas, ad truncos arborum et in terra a regione campestri usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextram fl. Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 516!) et in rupestribus alpinis montis Elbrus 33—3,500 m. (n. 647!); Imeretia, Kutais (Kaernbach ex C. Müll. l. c.), Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Letschgum, Muri; Radscha, Oni, Uzeri, Bravardseli (Frick!), Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, inter Tscholuri et Laschketi, Laschketi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Balta, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, Khtsoue-Roki-Jedisi et in montibus Suarkom et Kadlasen ad fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei, Mleti ad fl. Aragva.

Cauc. major or.: Dagestania, Djulti Dagh ad glaciem et in montibus Bogos c. 2,400 m. (Ruprecht!); Tuschetia, in monte Dano (Ruprecht!).

Tiflis (Steven! Kolenati!), Gori.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, inter Bakuriani et Zchra Zchraros, ad lacum Tabiszchuri, Achalzich, Abas Tuman.

Cauc. minor or.: Helenendorf et Murgus (Kolenati!), inter Gaendscha et Tiflis (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

Talysch: Lenkoran (Radde!).

108. **Tortula norvegica** (Web.-f.) Wahlenb.

Syn. Barbula aciphylla Br. eur.

In terra humosa et in detritu rup. schistosarum regionis alpinæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, in monte Puschquer Tuman pr. Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus Afzag et Suarkom ad fl. Didi Liachva, in monte Gudchevi et ad Gudaur ad fl. Aragva, Lars et in monte Zomorasch ad fl. Terek.

109. **Tortula alpina** (Br. Eur.) Wils.
Syn. Barbula alpina Br. eur.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta et Lars ad fl. Terek ad rupes calcareas et schistosas regionis silvaticæ mediæ (V. F. B., E. L. n. 667!). Fertilis.

110. **Tortula subulata** (L.) Hedw.
Syn. Barbula subulata Brid.

Ad rupes humo obtectas, in terra humosa, ad vias et ad muros a regione campestri usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Oni, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, prope Tscholuri 920 m. circ. (E. L. n. 104!).

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, Mleti ad fl. Aragva, ad mare glaciale Zei, ad St. Nicolai ad fl. Ardon; Passanaur (Kolenati!).

Cauc. major or.: Dagestania, versus fontes fl. Samur et in rupibus Schauri (Ruprecht!).

Tiflis (Ruprecht!).

Cauc. minor occ.: Adjaria, in reg. silv. super. ad Khauli Pereval supra pagum Danais Para-ul (E. L. n. 33!) et ad Schwachevi (n. 59!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Abas Tuman.

Cauc. minor or.: in rupibus pr. fl. Gaendscha, in regione Sournabad, in monte Salvat pr. Nucha et in monte Ssarial (Kolenati!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

111. **Tortula mucronifolia** Schwaegr.
Syn. Barbula mucronifolia Br. eur.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et ad pagum Kasbek pr. fl. Terek, in fissuris rupium schistosarum regionis silvaticae mediae et superioris parce. Fertilis.

112. **Tortula inermis** (Bruch.) Mont.
Syn. Barbula inermis Bruch.

Ad rupes siccissimas calcareas regionis campestris et silvaticæ inferioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Tsessi ad fl. Rion.
Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Achalzich.

113. **Tortula systylia** (Br. Eur.) Lindb.
Syn. Desmatodon systylius Br. eur.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 567!). Fertilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek, in fissuris rupium. Fertilis.

114. **Tortula latifolia** (Hedw.) Lindb.
Syn. Desmatodon latifolius Br. eur.

In terra humosa regionis alpinæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 566!), in monte Elbrus 3,400 m. circ. (E. L. n. 645! 646!) et in rupestribus alpinis m. Elbrus 34—3,500 m. (n. 648!); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, in monte Puschquer Tuman pr. Laschketi, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 25—2,700 m. (E. L. n. 371! 373!).

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Roki et Jedisi ad fl. Didi Liachva, Kobi et in montibus Kasbek et Zomorasch ad fl. Terek, ad mare glaciale Zei, Mleti, Gudaur et Gudgora ad fl. Aragva.

Cauc. major or.: Dagestania, Djulti Tschai c. 2,500 m. et ad glaciem montis Djulti Dagh c. 3,400 m. (Ruprecht!), in montibus Bogos c. 2,400 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri.

Talysch: Lenkoran (Radde!).

var. **mutica** Brid.
Syn. Desmatodon latifolius var. glacialis Schimp.

Cauc. major occ.: in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 24—2,700 m. (E. L. n. 372! 374! 401!). Fertilis.

115. **Tortula muralis** (L.) Hedw.
Syn. Barbula muralis Timm.

Ad saxa calcarea, ad muros et ad rupes calcareas regionis campestris et silvaticæ inferioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, Gelentschik et Bambori (Döll. et Nordm.!); Imeretia, Kutais, Mekvena, Atschara, Tschvischi et Tsessi ad fl. Rion; Letschgum, Muri.

Tiflis (Steven! Ruprecht! V. F. B.!), Gori.

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Achalzich.

Cauc. minor or.: in rupibus pr. Ssarial (Kolenati!).

var. **æstiva** Brid.

Cauc. major occ.: Svania, Laschketi ad muros regionis silvaticæ mediæ; Imeretia, Tschvichi, ad fl. Rion ad muros regionis silvaticæ inferioris. Fertilis.

var. **emarginata** C.-Müll. l. c.

Cauc. minor occ.: inter Batum et Artvin (Kaernbach).

116. **Tortula obtusifolia** Schleich.

Syn. Barbula obtusifolia Schwægr.

Ad saxa trachytica, ad muros et ad rupes trachyticas, rarius etiam in declivibus arenosis a regione silvatica media usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzhilvan; Ossetia, inter Lars et Kasbek, Kasbek, Kobi et inter Kobi et Abano ad fl. Terek, Gudaur et Mleti ad fl. Aragva.

117. **Tortula canescens** (Bruch.) Mont.

Syn. Barbula canescens Br. eur.

In planitie Elisabethpolensi (Kolenati!). Fertilis.

118. **Tortula atrovirens** (Sm.) Lindb.

Syn. Barbula atrovirens Schimp.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad pedem arboris detritu schistoso tectam pr. Lars ad fl. Terek in regione silvatica media parcissime. Fertilis.

119. **Tortula chloronotos** (Bruch.).
Syn. Barbula chloronotos Bruch.
Tortula crassinervis De N.

Regio transcaucasica (Kolenati ex Schimp. Syn.).

120. **Tortula squamigera** (Viv.) De N.
Syn. Barbula membranifolia Schultz.

Ad rupes calcareas siccissimas regionis campestris. Fertilis.

Tiflis (Ruprecht! V. F. B.!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich.

Cauc. minor or.: in rupibus montium circa Sournabad et in rupibus pr. m. Ssarial (Kolenati!).

var. **grisea** (Jur.)
Syn. Desmatodon griseus Jur.

Tiflis (Steven!). Fertilis.

121. **Tortula stellata** (Schreb.) Lindb.
Syn. Barbula rigida Hedw.

Ad muros, raro etiam ad rupes argillaceo-schistosas regionis silvaticae mediae et superioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri, inter Uzeri et Glola.

Cauc. major centr.: Ossetia, St. Nicolai, inter Unal et Misurtzy ad fl. Ardon, Vladikavkas, Balta, Kobi, inter Kobi et Abano ad fl. Terek, Gudaur et Mleti ad fl. Aragva.

122. **Tortula lamellata** Lindb.
Syn. Pottia cavifolia var. barbuloides Dur.
Barbula concava Schimp.

Tiflis (Steven!) Fertilis.

123. **Tortula subsessilis** (Brid.) Mitt.
Syn. Pharomitrium subsessile Schimp.

Tiflis (Steven!), in terra humida pr. Helenendorf (Kolenati!), inter Elisabethpol et Tiflis (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

124. **Tortula pusilla** (Hedw.) Mitt.
Syn. Pottia cavifolia Ehrh.

In fissuris rupium siccis. et in terra sicca calcarea regionis campestris. Fertilis.

Tiflis (Steven!), inter Tiflis et Gaendscha (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.), Elisabethpol (Kolenati!).

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, inter Michailovo et Borschom, Achalzich.

Cauc. minor or.: in rupibus pr. montem Ssarial (Kolenati!).

125. **Tortula bullata** (Somm.) Lindb.
Syn. Pottia latifolia var. pilifera C.-Müll.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek c. 2,700 m. (Kolenati!). Fertilis.

Cauc. major or.: Tuschetia, in monte Kawtari pr. Diklo c. 2,800 m. (Ruprecht!). Fertilis.

126. **Tortula lanceolata** (Hedw.) Lindb.
Syn. Pottia lanceolata C.-Müll.

Tiflis (Steven! Ruprecht!), in terra humida pr. Helenendorf (Kolenati!), inter Elisabethpol, Gaendscha et Tiflis (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.). Fertilis.

var. **aciphylla** (Wahlenb.) Lindb.

Cauc. minor occ.: Carthalinia, Achalzich.

127. **Tortula caucasica** Lindb. n. sp. in sched.

Autoica; caespitosa, caespitibus densis, viridissimis, haud nitidis; *caulis* ad 8 mm. usque altus, erectus, strictus, infima basi parce radiculosus, dense foliosus, sub apice innovans; *folia* inferiora erecto-patentia, oblonga, marginibus subplanis, integerrimis, nervo crasso, breviter excurrente, superiora subito majora, patula, elongate oblonga vel saepius elongate spathulata, marginibus e basi supra medium plus minusve revolutis, integerrimis, nervo crasso, basi 0,075 mm. lato, lutescenti-viridi, in aristam brevem, integerrimam, rubram excurrente,

cellulis superioribus rotundato-hexagonis 0,025—0,030 mm., valde chlorophyllosis, laevissimis, basilaribus elongate rectangularibus, subinanibus; *seta* ad 4 mm. usque alta, erecta, crassiuscula, superne leniter sinistrorsum torta, laevissima; theca erecta, oblonga, badia, sicca nitidiuscula, rugulosa. Caetera ignota.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, in fissuris rupium schistosarum inter Michailovo et Borschom regionis silvaticae inferioris parce. Fertilis.

A. T. lanceolata proxima et simillima cellulis laevissimis, multo majoribus facile distinguitur.

128. **Tortula Lindbergii** Kindb. Enum. Bryin. exot. p. 42.

Syn. Tortula pungens Lindb. n. sp., non Hook. Wils.

Autoica; caespitosa, caespitibus densiusculis, humilibus, lutescenti-viridibus, haud nitidis; *caulis* 1—2 mm. altus, erectus, simplex vel subsimplex, dense foliosus; *folia* sicca sinistrorsum torta, humida patentia, oblonga, papillosa, marginibus fere ad apicem revolutis, integerrimis, nervo crasso, basi 0,075 mm. lato, lutescente, in aristam longissimam, rigidam, integerrimam, plus minusve flexuosam, rufescentem, apice saepius hyalinam excurrente, cellulis superioribus rotundato-hexagonis vel subquadratis 0,020 mm. diam., chlorophyllosis, dense papillosis, basilaribus paulum laxioribus, quadratis vel breviter rectangularibus, parcius chlorophyllosis, sublaevibus; *seta* ad 6 mm. usque alta, erecta, crassiuscula, superne sinistrorsum torta, pallide rubra, lævissima; theca erecta, oblonga, rubra, haud nitida, deoperculata rugulosa. Caetera ignota.

Cauc. major occ.: Imeretia, Tsessi ad fl. Rion, ad rupes calcareas siccissimas regionis silvaticae inferioris.

A. T. lanceolata var. *aciphylla* proxima nervo multo crassiore, in aristam multo longiorem producto ut etiam foliis dense papillosis recedit.

129. **Tortula angustifolia** Lindb. n. sp. in sched.

Autoica; caespitosa, caespitibus densiusculis, parvis, humilibus, viridissimis, haud nitidis; *caulis* 2—3 mm. altus, erectus, infima basi radiculosus, superne dense foliosus et innovando ramosus, innovationibus duabus, erectis, brevibus; *folia* rigida, patentia, carinato-canaliculata, apice recurvatula, lineari-lanceolata, acuta, laminis saepissime ad apicem inæquilongis (et ideo inæquilateralia folia sunt), marginibus planis vel leniter recurvatis, superne crenatis, nervo crasso, basi circa 0,075 mm. lato, superne paulum angustiore, longe et rigidissime pungenti-excurrente, integerrimo cellulis chlorophyllosis, rotundato-

hexagonis, 0,02—0,025 mm. diam., marginalibus multo minoribus, quadratis, basilaribus laxioribus, rectangularibus, subinanibus, omnibus lævissimis; *seta* 2,5 mm. alta, tenuis, rubra, laevissima; *theca* rubra, deoperculata macrostoma; *peristomium* 0; *spori* 0,025—0,03 mm. ferruginei, verrucosi; *operculum* ignotum; *calyptra* ignota. — *Androecia* 3—4 axillaria, *bracteae* 2, *antheridia* 3—5, oblonga, paraphysibus paucis, tenuibus.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, in terra argillaceo-arenosa regionis silvaticae inferioris.

A. T. truncatula (L.) Lindb., proxima, rigiditate, foliis multo angustioribus, nervo crassiore, longius excedente et seta brevi differt, a *T. Starkeana* var. *Davallii* (Sm.) Lindb. [*Pottia minutula* (Schleich.) Br. Eur.] cellulis laevissimis jam longius recedit.

130. **Tortula bryoides** (Dicks.) Lindb.

Syn. Phascum bryoides Dicks.

In terra humida prope Helenendorf (Kolenati!). Fertilis.

27. Phascum (L.) Schreb., Lindb.

131. **Phascum acaulon** L.

Syn. Phascum cuspidatum Schreb.

Tiflis (Steven!), in ripa fluminis Gaendscha (Kolenati!). Fertile.

var. **macrophyllum** Wib.

Inter Tiflis et Gaendscha (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

28. Pleurochæte Lindb.

132. **Pleurochæte squarrosa** (Brid.) Lindb.

Syn. Barbula squarrosa Brid.

In collibus aridis calcareis a regione campestri usque in silvaticam mediam. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek.

Tiflis (Steven! V. F. B!).

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

29. **Mollia** Schrank., Lindb.

133. **Mollia fragilis** (Drumm.) Lindb.

Syn. Barbula fragilis Br. eur.

Ad rupes humosas et in terra humosa regionis silvaticæ superioris et alpinæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 582!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars, in monte Kasbek, Kobi et inter Kobi et Abano ad fl. Terek, ad mare glaciale Zei, in montibus Lagermanzech et Kadlasen ad fl. Didi Liachva.

134. **Mollia Brotheri** Lindb. n. sp. in sched.

Dioica; caespitosa, caespitibus sat densis, mollibus, laete viridibus, nitidis; *caulis* ad 1,5 cm. usque altus, erectus, infima basi longe fusco-radiculosus, dense foliosus, simplex vel furcatus; *folia* sicca circinnato- crispata, humida flexuoso-patula, carinato-concava, lineari-lanceolata, sensim longius vel brevius acuminata, usque ad 7 mm. longa, marginibus undulatis, planis, integerrimis, nervo crasso, basi usque ad 0,15 mm. lato, dorso albido, nitidissimo, laevissimo, in cuspidem brevem distincte serratam excurrente, cellulis superioribus quadrato-vel hexagono-rotundatis 0,075—0,10 mm., valde chlorophyllosis, valde verrucosis, subito in basilaribus hyalinis elongato-rectangularibus transeuntibus; *perichaetium* terminale, bracteis erectis, exterioribus e basi longius vaginante subito linearibus, intimis minutis, linearibus, archegoniis numerosis et paraphysibus filiformibus; *seta* erecta, flexuosula, tenuis, usque ad 21 mm. alta, superne dextrorsum torta, rubra, apice lutescens; *theca* erecta, haud curvata, ovato-oblonga, 2,5 mm. longa, subsymmetrica, leptodermis, lutescenti-viridis, aetate fuscidula; *annulus* 0; *peristomium* simplex, dentibus tenuissimis, pluries convolutis, pallide rubris, dense et longe papillosis; *spori* 0,0075—0,010 mm., lutescenti-virides, obscure punctulati; *operculum* 1,5 mm. altum, rectum, acutissimum, fusco-rubrum. Planta mascula ignota.

Ad saxa calcarea, umbrosa regionis silvaticae inferioris et mediae, plerumque fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena, Atschara et Tsessi ad fl. Rion; Letschgum, Muri; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva.

Caespitibus humilibus, laete viridibus, nitidis et nervo dorso nitidissimo a *Mollia tortuosa* primo intuitu distinguitur. Habitu *Timmiellae Barbulae* sat similis.

135. **Mollia tortuosa** (L.) SCHRANK.
Syn. Barbula tortuosa W. M.

In rupibus et saxis, præsertim calcareis a regione silvatica media usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, pr. pagum Dudrubsch (DÖLL. et NORDM.!), in jugo Kluchoř supra fontes fl. Klütsch 23—2,400 m. (E. L. n. 467!), in silvis ad ripam dextram fl. Tieberda (n. 510!) et in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (n. 576!); Imeretia, Mekvena, Atschara et Tsessi ad fl. Rion; Letschgum, Muri; Radscha, Uzeri et in monte Bereleti; Svania, Laschketi, prope pagum Tscholuri 750 m. (E. L. n. 109!), in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (n. 243!) et in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 24—2,600 m. (n. 400!).

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue-Roki-Jedisi, in montibus Kadlasen et Suarkom ad fl. Didi Liachva, Balta, Lars, Kasbek, Kobi et in monte Zomorasch ad fl. Terek, ad mare glaciale Zei.

Cauc. major or.: Dagestania, Tindal, m. Bogos c. 2,000 m. (RUPRECHT!); Schemacha (HAUSSKNECHT ex. JUR. et MILD. l. c.).

Tiflis (RUPRECHT!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Achalzich.

Cauc. minor or.: circa originem fl. Kjurak pr. Murov, ad fl. Kotschkar, in montibus Salvat pr. Nucha et Ssarial (KOLENATI!).

136. **Mollia inclinata** (HEDW.-f.) LINDB.
Syn. Barbula inclinata Schwaegr.

In glareosis et arenosis ad ripas rivulorum ut etiam ad rupes siccas, calcareas a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri et Oni; Svania, Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Roki et Jedisi, Ermani ad fl. Didi Liachva, Balta, Lars, inter Kobi et Abano ad fl. Terek, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

137. **Mollia caespitosa** (Schwaegr.)

Syn. Mollia humilis Lindb.
Barbula caespitosa Schwaegr.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara in reg. silv. inf., ad rupes calcareas parcissime. Fertilis, forma longiseta.

138. **Mollia brachydontia** (Bruch.) Lindb.

Syn. Trichostomum mutabile Bruch.

Cauc. major or.: Dagestania, in montibus supra Chunsach, in rupibus c. 1,800 m. (Ruprecht!). Sterilis.

139. **Mollia crispula** (Bruch.) Lindb.

Syn. Trichostomum crispulum Bruch.

Ad rupes calcareas et schistosas umbrosas regionis silvaticae inferioris et mediae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Lagermanzech ad fl. Didi Liachva, Balta ad fl. Terek, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon.

140. **Mollia connivens** Lindb. n. sp. in sched.

Dioica; pulvinato-caespitosa, caespitibus densis et late extensis rigidis, laete vel ferrugineo-viridibus, inferne ferrugineis, haud nitidis; *caulis* usque ad 3 cm. altus, erectus, flexuosus, fastigiatim dichotome ramosus, parce radiculosus, e basi usque dense et aequaliter foliosus; *folia* sicca incurva, facillime emollita, humida patentia, carinato-concava, omnia aequalia, late oblongo-lanceolata, obtusa, brevia, 1,3—1,52 mm. longa et 0,35—0,53 mm. lata, marginibus integerrimis, inferne planis vel parce undulatis, superne plus minusve conniventibus, nervo crasso, basi 0,075 mm. lato, superne multo angustiore, summo apice evanido, lutescente, aetate rufescente, laevissimo, cellulis superioribus rotundato-quadratis, 0,0075—0,008 mm., haud pellucidis, valde chlorophyllosis, minutissime verrucosis, inferioribus sensim magis pellucidis, basilaribus pellucidis, rectangularibus, lutescentibus, marginalibus pluriseriatis, hyalinis. Caetera ignota.

Ad rupes umbrosas schistosas vel graniticas a regione silvatica inferiore usque in superiorem. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et Kobi ad fl. Terek, ad mare glaciale Zei, inter pagum Tib et St. Nicolai ad fl. Ardon.

A *Mollia crispula*, valde affini, rigiditate, foliis densioribus et magis erectis, omnibus aequimagnis, brevioribus et latioribus, obtusis, marginibus magis conniventibus et nervo haud excurrente differt.

141. **Mollia verticillata** (L.) Lindb.

Syn. Eucladium verticillatum Br. eur.

Ad rupes calcareas irroratas a regione campestri usque in silvaticam mediam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Gelati (Ruprecht!), Oprtscheti, Mekvena, Atschara et Tschvischi ad fl. Rion; Letschgum, in fauce fluminis Ladjanura inter Alpani et Orbeli 4—500 m. (E. L. n. 72!), Muri; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Balta ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, ad catarrhactam pr. Chodschalmachi c. 180 m. (Ruprecht!).

Tiflis (Ruprecht! V. F. B.!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Strasneakop inter Borschom et Azchur.

Cauc. minor or.: ad catarrh. pr. Selentschuk (Kolenati!).

142. **Mollia æruginosa** (Sm.) Lindb.

Syn. Gymnostomum rupestre Schleich.

Ad rupes calcareas et schistosas irroratas a regione campestri usque in silvaticam superiorem. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Letschgum, inter Muri et Lentechi; Radscha, Uzeri et inter Uzeri et Glola.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars, Kasbek et in monte Zomorasch ad fl. Terek, inter Unal et Alagir ad fl. Ardon.

Cauc. major or.: Dagestania, in rupibus Botphag ad fl. Samur c. 2,000 m. (Ruprecht!), Kaputscha (Ruprecht!).

Tiflis (Kolenati! V. F. B.!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, inter Borschom et Bakuriani, inter Borschom et Achalzich.

143. **Mollia calcarea** (Br. germ.) Lindb.

Syn. Gymnostomum calcareum Br. germ.

In terra calcarea et ad rupes calcareas umbrosas regionis silvaticæ inferioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Carthalinia, Krtzkhilvan.

var. **viridula** (Brid.) Lindb.

Ad rupes calcareas a regione campestri usque in silvaticam mediam, typo frequentior. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena, Atschara et Tschvischi ad fl. Rion; Letschgum, Muri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich, Borschom.

var. **gracillima** Lindb.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek, ad rupes trachyticas regionis silvaticæ superioris. Sterilis.

144. **Mollia tortilis** (Schwaegr.) Braithw.

Syn. Hymenostomum tortile Br. eur.
Mollia condensa Lindb.

Ad rupes calcareas a regione campestri usque in silvaticam mediam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion; Letschgum, Muri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon.

Tiflis (Steven! Kolenati! V. F. B.!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich, inter Michailovo et Borschom, Borschom.

Cauc. minor or.: in rupibus montium pr. Sournabad. (Kolenati!).

145. **Mollia viridula** (L.) Lindb.

Syn. Weisia viridula Hedw.

In arenosis ad margines silvarum a regione silvatica inferiore usque in silvaticam superiorem. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Radscha, Oni, Uzeri et Glola; Svania, Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek.

var. **brevifolia** Lindb.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion, ad rupes calcareas regionis silvaticæ inferioris. Fertilis.

var. **gymnostomoides** (Brid.) Lindb.

Syn. Weisia crispata Jur.

Ad rupes schistosas regionis silvaticæ mediæ. Fertilis.

Tiflis (Steven!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman.

146. **Mollia Wimmeriana** (Sendtn.) Lindb.

Syn. Weisia Wimmeriana Br. eur.

In fissuris humosis rupium regionis silvaticæ superioris et alpinae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi, in montibus Kasbek et Zomorasch ad fl. Terek.

var. **subgymnostoma** Limpr.

Syn. Hymenostomum murale Spruc.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara et Tschvischi ad fl. Rion, ad rupes calcareas regionis silvaticae inferioris. Fertilis.

147. **Mollia microstoma** (Hedw.) Lindb.

Syn. Hymenostomum microstomum Brown.

In arenosis ad margines silvarum regionis silvaticæ mediæ et superioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Svania, Lentechi; Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek, Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial (Kolenati!).

148. **Mollia crispa** (Hedw.) Lindb.

Syn. Systegium crispum Schimp.

Tiflis (Steven!).

30. Molendoa Lindb.

149. **Molendoa Sendtneriana** (Br. Eur.) Lindb.

Syn. Anoectangium Sendtnerianum Br. eur.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek, ad rupes calcareas umbrosas regionis silvaticae mediae. Sterilis.

31. Pleuroweisia Limpr.

150. **Pleuroweisia Schliephackei** Limpr.

Syn. Molendoa linguaefolia Lindb. n. sp. in sched.

Ad rupes calcareas et in detritu calcareo regionis silvaticae mediae et superioris.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad rupes calcareas inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon pulcherrime fertilis, inter Kobi et Abano ad fl. Terek in detritu calcareo sterilis.

Comme cette espèce n'a pas été trouvée auparavant qu'en Suisse dans un ruisseau au glacier de Rosegg, la rencontre que j'en ai faite dans la région silvatique du Caucase est assez remarquable. Je la trouvai en touffes magnifiques, couvertes de fruits mais, pendant un voyage pénible, je perdis malheureusement le paquet qui en contenait la plus grande partie.

32. Barbula Hedw., Lindb.

151. **Barbula rubella** (Hoffm.) Mitt.

Syn. Didymodon rubellus Br. eur.

In fissuris rupium præsertim schistosarum a regione silvatica media usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad flumen Tieberda 12—1,350 m. (E. L. n. 562!) et ad ripam dextram ejusdem fluminis (n. 532!); Abhasia, in jugo Kluchor supra fontes fl. Klütsch, 22—2,400 m. (E. L. n. 461!); Radscha, Oni et Uzeri; Svania, in rupestribus alpinis jugi Utbiri, ad orient. fl.

Neuskra 25—2,600 m. (E. L. n. 290!) et ad or. fl. Nakra, haud procul a pago Paleri 17—1,800 m. (n. 263!).

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan, Dschavi; Ossetia, ad mare glaciale Zei, in valle fl. Ardon, Balta, Lars, Kasbek, Kobi ad fl. Terek, Mleti ad fl. Aragva.

Cauc. major or.: Tuschetia, in monte Sadischi c. 3,100 m. (RUPRECHT!); Chevsuria, pr. Ardoti c. 1,800 m. (RUPRECHT!); Dagestania, in rupibus Schauri c. 1,400 m. RUPRECHT!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, inter Borschom et Bakuriani, Achalzich.

Talysch: Lenkoran (HAUSSKNECHT ex JUR. et MILD. l. c.).

152. **Barbula ruber** (JUR.) LINDB.

Syn. Didymodon ruber Jur.

Cauc. major centr.: Ossetia, in fissuris rupium regionis silvaticæ superioris pr. Lars ad fl. Terek. Sterilis.

153. **Barbula unguiculata** (HUDS.) HEDW.

Ad muros, ad rupes schistosas et calcareas ut etiam ad saxa calcarea a regione campestri usque in silvaticam superiorem. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Kutais, Oprtscheti, Mekvena, Atschara et Tsessi ad fl. Rion; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Carthalinia, Krtzkhilvan; Ossetia, inter Khtsoue et Koschka ad fl. Didi Liachva, Vladikavkas, Balta, Kasbek, Kobi et inter Kobi et Abano ad fl. Terek, Gudaur ad fl. Aragva, inter Alagir et Unal ad fl. Ardon.

Inter Gaendscha et Tiflis (HAUSSKNECHT ex JUR. et MILD. l. c.).

Cauc. minor occ.: ad opp. Batum (E. L. n. 16! 23!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, inter Borschom et Bakuriani, inter Michailovo et Borschom, Achalzich.

Cauc. minor or.: in rupibus montium reg. Sournabad et pr. fontes mineral. montis Ssarial (KOLENATI!).

154. **Barbula convoluta** HEDW.

Ad ripas fluviorum, in terra calcarea et ad rupes calcareas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti et Atschara ad fl. Rion; Letschgum, Muri; Radscha, Oni, Glola; Svania, in jugo Latpari 14—1,600 m. (E. L. n. 144!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

155. **Barbula icmadophila** Br. Eur.

Ad rupes, præsertim calcareas regionis silvaticæ mediæ et superioris ut etiam alpinae. Sterilis.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occ. m. Elbrus, in jugo ad septemtr. vallis Kükürtli 23—2,500 m. (Sommier n. 613!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta (cop.), Lars et Kobi ad fl. Terek, copiose inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon, in montibus pr. Tib.

156. **Barbula cylindrica** (Tayl.) Schimp.

Ad rupes calcareas et schistosas regionis silvaticæ inferioris et mediae. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, inter Oni et Uzeri; Svania, Lentechi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan.

Tiflis (Steven!).

Cauc. minor occ.: Adjaria (distr. Batum), Schwachevi, in rupibus siccis reg. silv. mediae (E. L. n. 61!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman, Borschom.

var. **sinuosa** (Wils.) Lindb.

Syn. Barbula sinuosa Braithw.

Cauc. major occ.: Imeretia, ad rupes calcareas regionis silvaticæ inferioris inter Mekvena et Atschara pr. fl. Rion. Sterilis.

var. **vinealis** (Brid.) Lindb.

Syn. Barbula vinealis Brid.

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

157. **Barbula spadicea** Mitt.
Syn. Barbula insidiosa Jur. et Mild.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena et Atschara ad fl. Rion, ad rupes calcareas regionis silvaticæ inferioris. Fertilis.

158. **Barbula rigidula** (Hedw.) Schimp.
Syn. Didymodon rigidulus Hedw.

Ad rupes schistosas et calcareas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Kutais (E. L. n. 66! 69!), Atschara ad fl. Rion; Radscha, inter Oni et Uzeri, Uzeri, inter Uzeri et Glola; Svania, in muris supra Tscholuri 950 m. circ. (E. L. n. 97!), Laschketi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Vladikavkas, Balta, Lars, Kasbek, Kobi, inter Kobi et Abano ad fl. Terek, Gudgora ad fl. Aragva, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, inter Borschom et Bakuriani.

159. **Barbula fallax** Hedw.

Ad muros et ad rupes calcareas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri, inter Uzeri et Glola; Svania, inter Tscholuri et Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Vladikavkas, inter Kobi et Abano ad fl. Terek, Gudaur ad fl. Aragva.

Tiflis (Steven!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial (Kolenati!).

160. **Barbula reflexa** (Brid.) Brid.
Syn. Barbula recurvifolia Schimp.

Ad rupes præsertim calcareas, rarius etiam ad ripas fluviorum a regione silvatica inferiore usque in silvaticam superiorem. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri, inter Uzeri et Glola.

Cauc. major centr.: Ossetia, Koschka ad fl. Didi Liachva, Balta, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon.

161. **Barbula acuta** (Brid.) Brid.
Syn. Barbula gracilis Schwaegr.

In terra denudata ad ripas fluviorum regionis campestris, silvaticæ inferioris et mediæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion; Radscha, Oni ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta et Lars ad fl. Terek.

Tiflis (Steven!), Gori.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich.

162. **Barbula cordata** (Jur.) Lindb.
Syn. Didymodon cordatus Jur.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek, ad rupes calcar. regionis silvaticæ mediæ. Sterilis.

163. **Barbula lurida** (Hornsch.) Lindb.
Syn. Didymodon luridus Hornsch.

Ad saxa calcarea regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Kutais, Mekvena, Atschara, Tschvischi et Tsessi ad fl. Rion; Letschgum, Muri, Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek.

Tiflis (Steven! V. F. B.!).

164. **Barbula brevifolia** (Dicks.) Lindb.
Syn. Didymodon tophaceus Jur.

In terra calcarea, ad rupes calcareas et schistosas irroratas a regione campestri usque in silvaticam mediam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti, inter Mekvena et Atschara, Atschara et Tsessi ad fl. Rion; Letschgum, Muri; Radscha, Oni et Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon.

Gori et Tiflis.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Straschneakop et Achalzich.

165. **Barbula curvirostris** (Ehrh.) Lindb.

Syn. Hymenostylium curvirostre Lindb.

Ad rupes calcareas, irroratas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in rupibus irroratis inter Indisch et Kriepost 900—1,000 m. (E. L. n. 665!); Imeretia, Atschara ad fl. Rion; Svania, inter Paleri et flumen Nakra 17—1,800 m. (E. L. n. 265!); Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek, inter S. Nicolai et Alagir ad fl. Ardon.

Cauc. major or.: Dagestania, Schauri, in rup. travertinis c. 1,380 m. et ad fl. Ilan-chevi in tophaceis c. 1,800 m. (Ruprecht!); Chevsuria, in crypta travertina (Ruprecht!).

166. **Barbula incrassata** Lindb. n. sp. in sched.

Caespitosa, caespitibus densis, humilibus, obscure viridibus, aetate fusco-viridibus, haud nitidis; *caulis* ad 3 mm. usque altus, erectus, strictus, basi radiculosus, dense foliosus, furcatus; *folia* sicca incurva, humida patentia, canaliculata, ovato-lanceolata, acuta, c. 1,3 mm. longa et c. 0,4 mm. lata, marginibus planis, integerrimis, fere ubique a duobus stratis cellularum formatis, nervo tereti, crasso, basi 0,075 mm. lato, continuo, cellulis inferioribus in parte superiore folii bistratosis, valde chlorophyllosis, tandem decoloratis, basilaribus subrectangularibus, majoribus, caeteris quadrato-rotundis c. 0,015 mm., in seriebus longitudinalibus dispositis. Caetera ignota.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek, ad rupes trachyticas parce et perfecte sterilis.

33. **Sekra** Adans.

167. **Sekra minor** (L.) Lindb.

Syn. Cinclidotus fontinaloides Palis.

Ad saxa inundata fluviorum regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion; Letschgum, Muri ad fl. Tshenis Tskhali; Svania, ad saxa submersa fluminis Tshenis Tskhali prope Tscholuri 900 m. circ. (E. L. n. 100!).

13. DICRANACEAE.

34. Leucobryum Hamp.

168. **Leucobryum glaucum** (L.) Br. Eur.

Ad saxa humosa et ad truncos putrescentes regionis silvaticae inferioris et mediae. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad torrentem Apsæh et prope Dudrubsch (Döll., et Nordm.!), in silva Agutseri (Plutenko!), secus flumen Klütsch, ad truncos 12—1,400 m. (E. L. n. 447!); Imeretia, Oprtscheti pr. fl. Rion.

Cauc. minor occ.: Batum, in truncis putrescentibus silvae litoralis primaevae haud rarum (E. L. n. 20! Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

35. Dicranum Hedw., Schimp.

169. **Dicranum albicans** Br. Eur.

Syn. Dicranum enerve Thed.
Dicranum kasbekianum Kolenati in sched.

In graminosis humosis et in rupium fissuris regionis alpinae. Raro fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in monte Elbrus (C. A. Meyer!), ad radices sept. occid. montis Elbrus in alta valle Kükürtli, solo granitico (E. L. n. 619!) et supra moles glaciales Kükürtli 3—3,200 m. (n. 639!); Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 25—2,700 m., in rupium silic. fissuris (E. L. n. 378!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus Suarkom et Kadlasen ad fl. Didi Liachva, in monte Kasbek (Kolenati! V. F. B.).

Cauc.: major or.: Tuschetia, in montibus Dano c. 3,400 m. et Sadischi c. 3,000 m. (Ruprecht!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

170. **Dicranum longifolium** Ehrh.

Ad saxa, rupes et truncos arborum a regione silvatica media usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad flumen Tieberda 14—1,500 m. (E. L. n. 553!); Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, Lentechi, Lashketi, in silva prope Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 212! 213!),

in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 24—2,600 m. (E. L. n. 381!), in silvis abiegnis inter Kala et Ipar ad fl. Ingur 15—1,600 m. (E. L.).

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue, Roki-Ermani-Edisi ad fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei, in alpibus ex oriente pagi Kasbek (KOLENATI!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, inter Bakuriani et Tabiszchuri, ad lacum Tabiszchuri.

171. **Dicranum Sauteri** BR. EUR.

Cauc. major occ.: Svania, in jugi Utbiri silvis editioribus ad orient. fluminis Neuskra 18—2,000 m. (E. L. n. 293! fertile); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, ad truncos Fagorum regionis silvaticae superioris sterile.

172. **Dicranum viride** (S. L.) LINDB.

Ad truncos arborum regionis silvaticae mediae. Sterile.

Cauc. major occ.: Radscha, Oni et Uzeri; Svania, Laschketi, in silva prope Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 235!) et ad ripam dextram fluminis Neuskra supra pontem (n. 319!).

Cauc. major centr : Ossetia, in silvis pr. Vladikavkas.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

173. **Dicranum brevifolium** LINDB.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus, in media convalle Kükürtli 15—1,800 m. cum setis calyptratis (E. L. n. 660!).

174. **Dicranum Muehlenbeckii** BR. EUR.

In terra silvatica ut etiam in graminosis alpinis a regione silvatica media usque in alpinam. Rarius fertile.

Cauc. major occ.: Svania, inter Tscholuri et Laschketi; Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom (RADDE! V. F. B.), Abas Tuman et ad lacum Tabiszchuri.

175. **Dicranum spadiceum** Zett.

Syn. Dicranum neglectum Jur.

In terra graminosa et ad rupes regionis silvaticae superioris et alpinae. Sterile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in summo jugo Kluchor, inter rupes graniticas 25—2,700 m. (E. L. n. 481!); Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus, in jugo ad septemtrionem convallis Kükürtli 23—2,500 m. (Sommier n. 613!), in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 592!); Svania, in jugo Latpari, in alpinis declivii merid. 2,100 m. circ. (E. L. n. 155!), in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 24—2,600 m. (E. L. n. 380!); Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Ermani et in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

176. **Dicranum fuscescens** Turn.

Cauc. major occ.: Svania, in jugi Utbiri silvis editioribus ad orientem fluminis Neuskra 18—2,000 m. (E. L. n. 294!) et in silvis supra ripam sinistr. fl. Neuskra 12—1,400 m. (n. 309!). inter Tscholuri et Laschketi. Fertile.

177. **Dicranum montanum** Hedw.

Ad truncos arborum et ad ligna putrida regionis silvaticae mediae et superioris. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in silva primaeva prope ripam sinistram fluminis Seken 1000 m. circ. (E. L. n. 424!); Svania, inter Tscholuri et Laschketi, Laschketi, in silva prope Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 233! 234!), in silvis abiegnis secus flumen Ingur, inter Kala et Ipar 15—1,600 m. (E. L. n. 174! 175!), ad limitem superiorem silvae jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken, decliv. or. supra Seken 2,100 m. (E. L. n. 325! 326!), in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 25—2,600 m. (n. 398!) et in silvis supra ripam orientalem fluminis Neuskra (Utbiri Pass) 12—1,500 m. (n. 300!). in silvis prope ripam sinistram fluminis Neuskra 1,000—1,100 m. (n. 316!); Radscha, Oni, Uzeri, inter Glola et Mamisson.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad mare glaciale Zei.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Abas Tuman, inter Bakuriani et Tabiszchuri.

178. **Dicranum flagellare** Hedw.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad fluvium Apsæh et prope Suchum-Kale (Döll. et Nordm.!). Fertile.

179. **Dicranum congestum** Brid.

Ad ligna putrida a regione silvatica media usque in alpinam. Fertile. *Cauc. major occ.:* Kuban, ad radices sept. occ. montis Elbrus in alta valle Kükürtli 2,300 m. circ. (E. L. n. 618 bis!); Svania, in silvis editioribus montis Tetenar supra Tscholuri 1,800 m. circ. (E. L. n. 124! 128!), Laschketi.

var. **flexicaule** (Brid.) Br. Eur.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva, in terra graminosa regionis alpinæ. Fertile.

180. **Dicranum undulatum** Ehrh.

Cauc. major occ.: Letschgum, ad marginem arenosam fossæ regionis silvaticæ inferioris pr. Lailaschi. Fertile.

var. **laevigatum** C.-Müll. l. c.

Cauc. minor occ.: Batum Kaernbach ex C.-Müll. l. c.).

181. **Dicranum Bonjeani** De N.
Syn. Dicranum palustre Br. eur.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus in media convalle Kükürtli 15—1,800 m. (E. L. n. 655!). Sterile.

var. **juniperifolium** (Sendtn.) Braithw.

Cauc. major occ.: in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 24—2,600 m. (E. L. n. 379! 379 bis!). Sterile.

182. **Dicranum scoparium** (L.) Hedw.

In terra silvatica, ad truncos, ad saxa et ad rupes siliceas a regione silvatica media usque in alpinam superiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in fagetis prope Dudrubsch (Döll. et Nordm.!), in summo jugo Kluchor, inter rupes graniticas 26—2,700 m. (E. L. n. 480!); Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus in alta convalle Kükürtli 2,300 m. circ. (E. L. n. 618 bis!) et in silvis ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (n. 507! 542! 554!); Svania, Lentechi-Tscholuri-Laschketi, in silvis abiegnis secus flumen Ingur inter Kala et Ipar 15—1,600 m. (E. L. n. 178!), in silvis editioribus montis Tetenar supra Tscholuri 1,800 m. circ. (n. 125! 126! 127!), in silvaticis inter Betscho et Geschteri 14—1,500 m. (n. 258!); Radscha, Oni-Uzeri-Glola-Mamisson.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue, inter Roki et Jedisi, in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Schemacha (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

Cauc. minor occ.: Adjaria, in reg. silv. super., ad Khauli Pereval supra pagum Danais-Paraul (E. L. n. 34!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom-Bakuriani-Tabiszchuri; in silvis pr. Tiflis (Kolenati!).

Cauc. minor or.: in monte Ssarial et pr. Murov (Kolenati!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

183. **Dicranum majus** Sm.

Cauc. minor or.: Kotschkartschai, in silva frondosa (Kolenati!). Fertile.

184. **Dicranum Starkei** W. M.

Cauc. major occ.: Abhasia, in summo jugo Kluchor, supra moles glaciales, inter rupes graniticas 2,700 m. (E. L. n. 479!); Svania, in rupibus regionis alpinae montis Tetenar supra Tscholuri 2,200 m. circ. (E. L. n. 123!) et in summo jugo inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 24—2,700 m. (n. 381! 396!). Fertile.

36. **Dicranoweissia** Lindb.

185. **Dicranoweissia cirrata** (L.) Lindb.

Cauc. major occ.: Abhasia, Pyzunda et Bambori, ad truncos Fagorum (Döll. et Nordm.!). Fertilis.

186. **Dicranoweissia crispula** (Hedw.) Lindb.

Ad rupes et saxa silicea regionis silvaticae superioris et alpinae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus in alta valle Kükürtli 2,300 m. circ. (E. L. n. 604! 617!), in summo jugo inter Do-Ut et Utschkulan 2,500 m. circ. (n. 594!), in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (n. 588!); Svania, in summo jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 26—2,700 m. (E. L. n. 369! 397! 399!) et in monte ad septemtrionem jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken 27—3,000 m. (Sommier n. 353!), in jugo Latpari, in alpinis declivii merid. 2,100 m. circ. (E. L. n. 153!) et in monte Tetenar supra Tscholuri, in reg. silv. super. 1,800 m. (n. 115!), Laschketi; Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Carthalinia in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Roki-Edisi-Ermani ut etiam in montibus Lagermanzech et Suarkom ad fl. Didi Liachva, inter Afzag et Gudchevi, Kobi, in montibus Kasbek et Zomorasch ad fl. Terek, ad mare glaciale Zei.

Cauc. major or.: Dagestania, versus fontes fl. Samur, supra Dindi Tschai c. 2,200 m. (Overin!), in rupibus infra m. Botphag c. 2,500 m. ut etiam in montibus Bogos (Ruprecht!); Tuschetia, in m. Kartiani c. 3,000 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri.

37. Campylopus Brid.

187. **Campylopus fragilis** (Dicks.) Br. Eur.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, ad rupes schistosas irroratas regionis silvaticæ mediæ parce. Sterilis.

188. **Campylopus Schimperi** Mild.

Ad rupes schistosas irroratas et in declivibus humosis a regione silvatica media usque in alpinam. Sterilis.

Cauc. major occ.: Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek.

38. **Dicranodontium** Br. Eur.

189. **Dicranodontium longirostre** (Stark.) Schimp.

Syn. Didymodon denudatus Lindb.

Ad truncos Fagorum et ad ligna putrida regionis silvaticae mediae et superioris. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, Bambori et Dudrubsch (Döll. et Nordm.!), secus flumen Klütsch, ad silvae marginem in truncis 13—1,500 m. (E. L. n. 454! 455!) et in silva primæva supra ripam or. fluminis Seken 11—1,200 m. (n. 409! 410!); Svania, inter Tscholuri et Laschketi, Laschketi; Radscha, inter Uzeri et Glola, inter Glola et Mamisson.

Cauc. major centr.: Ossetia, in silvis pr. Vladikavkas.

39. **Blindia** Br. Eur., C.-Müll.

190. **Blindia acuta** (Huds.) Br. Eur.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor supra fontes fl. Klütsch, in rupibus graniticis inundatis 23—2,400 m. (E. L. n. 471!) et secus fl. Klütsch, ad silvae marginem 13—1,500 m. (n. 454 a!); Svania, ad rivulos alpinos jugi Utbiri, inter flumina Nakra et Neuskra 23—2,500 m. (E. L. n. 284!); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri et ad fontes fl. Dchandschachi Tskhali, ad rupes siliceas, irroratas regionis alpinae. Sterilis.

191. **Blindia seligerioides** Lindb. n. sp. in sched.

Dioica; caespitosa, caespitibus compactis, humillimis, inferne fuscescentibus, superne viridibus, nitidiusculis; *caulis* ad 5 mm. usque altus, erectus, simplex vel dichotome divisus, ramis fastigiatis, basi nudus, vix radiculosus, superne dense foliosus; *folia* erecto-patentia, stricta vel comalia leniter subsecunda brevia, canaliculata, lanceolato-subulata, marginibus planis, integerrimis, nervo basi tenui, superne crassiore, supremam partem subulae totam occupante, cellulis haud incrassatis, rectangularibus, usque ad 0,025 mm. longis et 0,007 mm. latis, basilaribus laxioribus, quadratis, fuscis; *bracteae perichaetii* foliis subsimiles. Caetera ignota.

Cauc. major centr.: Ossetia, in saxo trachytico prope pagum Kasbek ad fl. Terek.

A *Blindia acuta* caespitibus compactis, humillimis, statura multo teneriore, foliis brevioribus et praecipue areolatione multo laxiore differre videtur.

192. **Blindia trichodes** (Wils.) Lindb.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi, ad rupes trachyticas et in regione alpina montis Kasbek. Fertilis.

40. **Seligeria** Br. Eur., Lindb.

193. **Seligeria setacea** (Wulf.) Lindb.

Syn. Seligeria recurvata Br. eur.

Ad rupes trachyticas, arenaceas et schistosas regionis silvaticæ inferioris, mediæ et superioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Kobi ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

194. **Seligeria trifaria** (Brid.) Lindb.

Syn. Seligeria tristicha Br. eur.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion, ad rupes umbrosas, calcareas regionis silvaticæ inferioris. Fertilis.

* **S. longifolia** Lindb. in sched.

Folia longiora et angustiora, marginibus distincte crenulatis.

Ad rupes umbrosas, calcareas regionis silvaticæ inferioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion; Letschgum, Muri.

195. **Seligeria acutifolia** Lindb.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion, ad rupes umbrosas, calcareas regionis silvaticæ inferioris. Fertilis.

196. **Seligeria pusilla** (Ehrh.) Br. Eur.

Ad rupes umbrosas, calcareas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek.

Tiflis (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.)

Cauc. minor or.: in monte Salvat pr. Nucha (Kolenati!).

41. Anisothecium Mitt.

197. **Anisothecium squarrosum** (Stark.) Lindb.

Syn. Dicranella squarrosa Schimp.

Cauc. major occ.: Svania, in rivulis alpinis jugi Utbiri, inter flumina Nakra et Neuskra 23—2,500 m. (E. L. n. 278!). Cum setis.

198. **Anisothecium crispum** (Schreb.) Lindb.

Syn. Dicranella Schreberi Schimp.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, in declivibus argillosis viæ publicæ inter Bakuriani et Zchra Zchraros, in regione silvatica superiore. Fertile.

199. **Anisothecium Grevilleanum** (Br. Eur.) Lindb.

Syn. Dicranella Grevilleana Schimp.

Cauc. major occ.: Ossetia, Trusso ad fl. Terek (Plutenko!) Fertile.

200. **Anisothecium rufescens** (Dicks.) Lindb.

Syn. Dicranella rufescens Schimp.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, locis argillosis, humidis regionis silvaticæ inferioris. Sterile.

201. **Anisothecium rubrum** (Huds.) Lindb.

Syn. Dicranella varia Schimp.

In terra calcarea, humida a regione campestri usque in regionem silvaticam superiorem parce et sterile.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad pagum Kasbek pr. fl. Terek.
Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich.

42. **Dicranella** (C.-Müll.) Schimp., Mitt.

202. **Dicranella heteromalla** (L.) Schimp.

Ad rupes schistosas et in terra arenosa regionis silvaticae inferioris et mediae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Radscha, inter Uzeri et Glola; Svania, Lentechi.

Cauc. minor or.: in terra lutea ex qua fons mineralis prorumpit in monte Ssarial (Kolenati!).

var. **orthocarpa** (Hedw.) Jur., Mild.

Cauc. major or.: Schemacha (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

203. **Dicranella Levieri** C.-Müll. n. sp. in sched.

Dicranellae heteromallae simillima, sed folia e basi late hastato-lanceolata subito in subulam elongatam, argute denticulatam attenuata.

Cauc. minor occ.: Adjaria, in regione silvarum media inter Khula et Danais Para-ul, ubi cum fructibus vetustis 22 Junii 1890 legit E. Levier.

204. **Dicranella caucasica** (C.-Müll.) in Acta Horti Petrop T. X, Fasc. I (1887).

„*Dioica; Dicranellæ heteromallæ* simillima, sed folia e basi lata cellulis majusculis flavidis firmiusculis laxiuscule reticulata in subulam curvatam breviorem rigidam multo robustiorem summitate vix denticulatam raptim fere attenuata, nervo lato campylopodioides canaliculato subulam omnino fere occupante percursa; theca in pedunculo perbrevi parum campylopodioides rubro glabro pro plantula majuscula ovalis ore coarctata fusca; calyptra glabra integra. Cætera ignota.

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach).

Foliis rigidis robustis breviusculis latinerviis basi laxiuscule reticulatis ab omnibus congeneribus facile distinguenda species“. C.-Müll. l. c. p. 256.

205. **Dicranella secunda** (Sw.) Lindb.
Syn. Dicranella subulata Schimp.

var. **brachycarpa** Lindb.

Cauc. major occ.: Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali, in terra regionis alpinae. Fertilis.

43. **Distichium** Br. Eur.

206. **Distichium capillaceum** (Sw.) Br. Eur.
Syn. Swartzia montana Lindb.

Ad rupes, praecipue schistosas, a regione silvatica media usque in alpinam superiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in monte Elbrus c. 2,400 m. (C. A. Meyer!), ad radices sept. occid. montis Elbrus in alta convalle Kükürtli 2,300 m. circ. (E. L. n. 618! 628!), in monte Elbrus occid. 3—3,300 m. (E. L. n. 644!), ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 524!); Svania, in alpinis editioribus jugi Latpari 25—2,700 m. (E. L. n. 158!), in rupestribus alpinis jugi Utbiri, ad orient. fl. Neuskra 25—2,600 m. circ. (n. 289!), ad or. fluminis Nakra inter Kitschkuldach et Paleri 16—1,700 m. (n. 262!) et in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 25—2,700 m. (n. 386!); Radscha, Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Ermani, in montibus Kadlasen, Lagermanzech et Suarkom ad fl. Didi Liachva, Lars, Kasbek, Kobi, inter Kobi et Abano, ut etiam in monte Zomorasch ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, Gunib c. 2,000 m. et in montibus Bogos (Ruprecht!); Tuschetia, in monte Sadischi pr. Diklo c. 3,100 m. (Ruprecht!); In monte Chinalug (Steven!).

Cauc. minor or.: in regione alpina montis Kæpesdagh (Kolenati!).

207. **Distichium inclinatum** (Ehrh.) Br. Eur.
Syn. Swartzia inclinata Ehrh.

In detritu schistoso regionis silvaticae superioris et alpinae. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 570!).

Cauc. major centr.: Ossetia, ad pagum Kasbek (Kolenati! V. F. B.!).

Cauc. major or.: Dagestania, in rupibus pr. Gunib c. 2,000 m. (Ruprecht!).

44. **Ditrichum** Timm.

208. **Ditrichum flexicaule** (Schleich.) Hamp.

Syn. Leptotrichum flexicaule Hamp.

Ad rupes, præsertim schistosas, rarius in terra calcarea a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 570 a!); Radscha, Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, Roki, in montibus Kadlasen et Suarkom ad fl. Didi Liachva.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

209. **Ditrichum pallidum** (Schreb.) Hamp.

Syn. Leptotrichum pallidum Hamp.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, in terra arenosa regionis silvaticæ inferioris. Fertile.

210. **Ditrichum tortile** (Schrad.) Lindb.

Syn. Leptotrichum tortile Hamp.

In terra arenosa a regione silvatica inferiore usque in silvaticam superiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, secus flumen Klütsch, in terra ad silvae marginem 12—1,400 m. (E. L. n. 434! 446!); Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Svania, Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad pagum Kasbek.

Tiflis (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

45. **Pleuridium** Brid.

211. **Pleuridium alternifolium** (Kaulf.) Rab.

In fossis æstate siccis et in terra argilloso-arenacea regionis silvaticæ inferioris. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Letschgum, Muri.

46. Dichodontium Schimp.

212. **Dichodontium pellucidum** (L., Neck.) Schimp.

Syn. Oreoweissia laevifolia Lindb.

In terra humosa et ad rupes tam calcareas quam siliceas, humidas a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tshkali; Svania, inter Tscholuri et Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Gudchevi ad fontes fl. Aragva, in rivulo alpino (*Oreoweissia laevifolia* Lindb.).

var. **fagimontanum** Brid.

Ad rupes calcareas, humidas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Sterile.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri; Svania, Laschketi.

var. **Mildei** Limpr.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, in terra humosa regionis silvaticæ mediæ parce et sterile.

Selon l'avis de Lindberg les exemplaires du Gudchevi appartiendraient á une nouvelle espèce, *Oreoweissia laevifolia* Lindb. Cependant comme il m'est impossible de voir aucune différence entre eux et les formes robustes du *Dichodontium pellucidum* je me vois obligé de considérer la *Oreoweissia laevifolia* comme synonyme au *Dichodontium pellucidum.* Les feuilles ne sont pas lisses comme le parait indiquer le nom; elles sont mammilleuses. Malheuresement l'herbier de Lindberg ne contient aucune note concernant l'espèce proposée par lui.

47. Oncophorus Brid., Lindb.

213. **Oncophorus Wahlenbergii** Brid.

Syn. Cynodontium Wahlenbergii C.-Hartm.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus, in convalle Kükürtli 19—2,200 m. (E. L. n. 605!). Fertilis.

214. **Oncophorus virens** (Sw.) Brid.

Syn. Cynodontium virens Schimp.

Ad rivulos regionis alpinæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occ. montis Elbrus, in paludosis convallis Kükürtli 16—1,800 m. (E. L. n. 654!); Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus Suarkom, Kadlasen et Lagermanzech ad fl. Didi Liachva, in monte Zomorasch ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, ad fontes fl. Ilanchevi, ad rivulos infra montem Botphag c. 2,360 m. et in montibus Bogos c. 2,400 m. (Ruprecht!).

215. **Oncophorus strumifer** (Ehrh.) Brid.

Syn. Cynodontium strumiferum De N.

Cauc. major occ.: in monte Beschtau (Kolenati!). Fertilis.

216. **Oncophorus gracilescens** (W. M.) Lindb.

Syn. Cynodontium gracilescens Schimp. Br. eur. Coroll. p. 12.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 580! 587!). Fertilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek, ad rupes regionis silvaticae superioris. Fertilis.

217. **Oncophorus polycarpon** (Ehrh.) Brid.

Syn. Cynodontium polycarpon Br. eur.

Cauc. major or.: Schemacha (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

218. **Oncophorus fugax** (Hedw.).

Syn. Rhabdoweissia fugax Br. eur.
Oncophorus striatus Lindb.

Ad rupes schistosas, umbrosas regionis silvaticae inferioris et mediae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman.

219. **Oncophorus Martianus** (Hornsch.) Lindb.

Syn. Oreas Martiana Brid.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor supra fontes flum. Klütsch, solo granitico in humentibus haud frequens 23—2,400 m. (E. L. n. 468!). Fertilis.

Cauc. major or.: Dagestania, inter Chundsach et Karata, in regione alpina Avariæ (Bayern!). Sterilis.

48. Ceratodon Brid.

220. **Ceratodon purpureus** (L.) Brid.

In pascuis siccioribus, in terra arenosa, ad vias, rupes et muros a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad marginem silvae secus flumen Klütsch 800—1,000 m. (E. L. n. 437!); Kuban, in silvis ad flumen Tieberda 14—1,500 m. (E. L. n. 556!), ad radices sept. occid. montis Elbrus, in alta convalle Kükürtli 18—2,200 m. (n. 603!), 2,300 m. (n. 635!) et 32—3,500 m. (n. 641!); Svania, Laschketi, in jugo Latpari 14—1,600 m. (E. L. n. 145!), ad ripam dextram fluminis Nakra 12—1,250 m. (n. 269!) et in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniæ confine occid. 25—2,700 m. (n. 384!); Imeretia, Kutais; Radscha, Oni ad fl. Rion, Utseri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus Suarkom et Kadlasen ad fl. Didi Liachva, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, versus fl. Samur c. 2,000 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et ad lacum Tabiszchuri.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial (Kolenati!).

221. **Ceratodon conicus** (Hamp.) Lindb.

In terra, præcipue ad ripas fluminum in regione silvatica inferiore et media. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

49. **Sælania** Lindb.

222. **Sælania cæsia** (Vill.) Lindb.
Syn. Leptotrichum glaucescens Hamp.

In fissuris humosis rupium a regione silvatica media usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus pr. Krtzkhilvan; Ossetia, inter Ermani et Gudaur, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

Cauc. major occ.: Dagestania, in rupibus siccis versus fontes fl. Samur c. 2,500 m. (Ruprecht!).

14. GRIMMIACEÆ.

50. **Ulota** Mohr.

223. **Ulota crispa** (L., Gmel.) Brid.
Syn. Weissia ulophylla Ehrh.

Ad truncos et ramulos arborum regionis silvaticæ mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri et in monte Bereleti pr. Uzeri; Svania, Laschketi.

224. **Ulota crispula** Bruch.
Syn. Weissia crispula Lindb.

Cauc. major occ.: Imeretia, Kutais et Oprtscheti ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, in silvis pr. Vladikavkas.

225. **Ulota Rehmanni** Jur.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, ad truncum arboris regionis silvaticae inferioris parce. Fertilis.

51. **Orthotrichum** Hedw.

226. **Orthotrichum pallens** Bruch.
Syn. Dorcadion pallens Lindb.

Ad rupes siliceas a regione silvatica media usque in alpinam, rarissime etiam in regione campestri. Fertile.

Cauc. major occ.: Svania, in silva prope Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 206! 245!) et in jugo Latpari (n. 143!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in silvis prope Vladikavkas et in monte Kasbek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman, Achalzich et ad lacum Tabiszchuri.

227. **Orthotrichum microcarpum** De N.

Cauc. major occ.: Svania, in silvis inter Betscho et Jeschteri 14—1,500 m. (E. L. n. 255!). Fertile.

228. **Orthotrichum Rogeri** Brid.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

var. **defluens** Vent. in Muscol. Gall. p. 187.

Syn. Orthotrichum stramineum var. defluens Vent. in Hedwigia 1873.

Cauc. major occ.: Svania, Laschketi, ad truncos arborum regionis silvaticae mediae. Fertile.

229. **Orthotrichum stramineum** Hornsch.

Syn. Dorcadion stramineum Lindb.

Ad truncos arborum regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti, Mekvena et inter Tschvichi et Tola ad fl. Rion; Radscha, Uzeri et in monte Bereleti pr. Uzeri; Svania, Laschketi.

230. **Orthotrichum pumilum** Sw.

Syn. Dorcadion pumilum Lindb.

Ad truncos arborum regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Kutais; Radscha, Oni; Svania, Laschketi.

231. **Orthotrichum Schimperi** Hamm.

Syn. Dorcadion Schimperi Lindb.

Ad truncos arborum regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Kutais, et inter Tschvischi et Tola ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek.

232. **Orthotrichum urnigerum** Myr.

Syn. Dorcadion urnigerum Lindb.

var. **Schubartianum** (Lor.) Vent.

Syn. Orthotrichum Schubartianum Lor.

Cauc. major occ.: Ossetia, Dom (Lojka ex Breidl. l. c.).

var. **perforatum** (Limpr.) Vent.

Syn. Orthotrichum perforatum Limpr.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, ad rupes siliceas regionis silvaticae mediae. Fertile.

233. **Orthotrichum anomalum** Hedw.

Syn. Dorcadion anomalum Lindb.

Ad rupes siccas, praecipue calcareas a regione campestri usque in silvaticam superiorem, rarissime etiam in regione alpina. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 504!), et inter rupes summi jugi alpini inter Do-Ut et Utschkulan 2,500 m. circ. (n. 597!); Svania, in muris prope pagum Tscholuri 950 m. circ. (E. L. n. 99!) et in muris prope pagum Lachaschura inter Muri et Lentechi 600 m. circ. (n. 68!), Lentechi et Laschketi; Imeretia, Mekvena, Atschara et Tschvischi ad fl. Rion; Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta, Lars, in monte Kasbek et pr. Kobi ad fl. Terek, Mleti ad fl. Aragva; Georgia, Passanaur (E. L. n. 670!); Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan.

Cauc. major or.: Dagestania, in rupibus Schauri c. 1,400 m. (Ruprecht!).

Tiflis (Steven! Ruprecht!), Helenendorf (Kolenati!). Murgus (Kolenati!).

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll. l. c.), in regione ilvarums super. ad Khauli Pereval, supra pagum Danais Para-ul (E. L. n. 37!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich, Abas Tuman, inter Borschom et Bakuriani et ad lacum Tabiszchuri.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial (Kolenati!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

234. **Orthotrichum urnaceum** C.-Müll. Acta Horti Petrop. T. X, Fasc. I (1887).

„Monoicum; caespites humiles laxiusculi viridissimi; caulis parvulus fastigiatim in ramos nonnullos fertiles divisus robustiusculus mollis carnosulus; folia caulina laxe imbricata madore raptim reflexa et serius erecta robusta viridissima mollia valde chlorophyllosa, inferiora minora, superiora multo majora e basi brevissima angustiore lato-oblonga et late breviter acuminata, nervo lato profunde anguste canaliculato in acumine robusto carnoso veluti pungenti-evanido virente percursa, ætate ad acumen canescentia, margine ubique latissime revoluta integerrima glaberrima, e cellulis parvis rotundatis valde chlorophyllosis apice folii sæpius fuscescentibus basi folii pallidioribus parum majoribus et magis hexagonis areolata; theca semi-emersa majuscula urnacea macrostoma sulphureo-ochracea striis prominentibus angustis 16 valde plicata, operculo minuto plano pallido recte aciculari, calyptra magna breviter campanulata plicis 16 acutis ornata in lacinias 8 latas obtusatas divisa apice pilis nonnullis erectis carnosulis diaphanis hirtula; dentes externi 16 erecti ætate reflexi pallide ochracei e basi latiuscula lanceolata in acumen longiusculum aciculare protracti plus minus divisibiles tenuiter membranacei vel cartilaginei, ciliis brevioribus 16 filiformibus deciduis interpositis.

Flos masculus infra thecam parvulus foliis caulinis minoribus et antheridiis paucis subeparaphysatis.

Ad lacum Goktscha (Kaernbach).

Species pro primo inspectu jam distinctissima nulli congeneri comparabilis, theca vix emersa magna pulchre ochracea macromitria atque foliis robustis carnosulis mollibus celerrime madore dissolutis raptim distinguenda elegantissima, ad *O. diaphanum* aliquantulum accedens, quoad capsulam *O. strangulato* americano haud dissimilis“. C.-Müll. l. c. p. 259.

235. **Orthotrichum cupulatum** Hoffm.

Syn. Dorcadion cupulatum Lindb.

Ad saxa sicca calcarea a regione campestri usque in silvaticam mediam. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena et Tsessi ad fl. Rion. Tiflis (Steven!).

Cauc. minor occ.: Adjaria, in reg. silvarum media inter Chula et Schwachevi, ad rupes (E. L. n. 53!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich et Abas Tuman.

236. **Orthotrichum Stevenii** C.-Müll. Bot. Ztg. 1858.

„Monoicum; dense pulvinatum *pumilum* robustum parce dichotomum *laxifolium* sordide viride; *folia caulina laxe conferta* late ovato-lanceolata obtusiusculo-acuminata, canaliculata, *margine* ubique *maxime perfecte revoluta*, robusta, e cellulis *ubique mollibus, haud incrassatis, basi pellucidis* quadratis *teneris, parietibus haud interruptis*, sursum *opacis sordidissimis pallide virentibus minutissime rotundatis* et tenerrime papillosis areolata, nervo valido excurrente percursa; perich. basi longiore pellucida et margine minus revoluta, e reliquis caulinis simillima: theca in ped. breviter exserto in fructum sensim exeunte erecta, oblonga, medio repanda vel constricta, *distincte sulcato-8-plicata*, operculo cupulato-conico obtuso brevi, *calyptra magna turgido-campanulata*, rugulose 16-plicata, apice pilis nonnullis hirta, basi laciniis octo latis emarginatis subinflexis fissa: *perist. simplicis dentes sedecim discreti*, basi dense approximati pallidi irregulares fissiles lati fragiles.

Orth. anomalum var? Sw. in Hb. Web. et Mohr.

Tiflis: Steven ante multos annos legit.

O. Pylaisæi proximum, sed characteribus typographice illustratis longe refugiens, cum alia specie europaea et exotica nullo modo confundendum, caespitibus humilibus robustis, theca exserta sulcato-plicata longicolla calyptraque magna aurea primo momento cognoscendum, ab *O. anomalo* aliquantulum simili foliis humore numquam reflexis toto coelo distans. — Flos masculus patulus, foliis lato-ovatis breviter acuminatis, laxe pellucide apice rotundato-areolatis, antheridiis longe stipitatis eparaphysatis". C. Müll. l. c. p. 164.

237. **Orthotrichum Lyellii** H. T.

Syn. Dorcadion Lyellii Lindb.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad fl. Tieberda 14—1,500 m. (E. L. n. 552!).

238. **Orthotrichum lejocarpum** Br. Eur.
Syn. Dorcadion striatum Lindb.

Ad truncos et ramulos arborum regionis silvaticae mediae et subalpinae. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 506! 548!); Svania, Laschketi, in trunco Betulae pr. limitem super. silvarum jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken 2,100 m. circ. (E. L. n. 329!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in silvis pr. Vladikavkas et Balta ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

239. **Orthotrichum vladikavkanum** Vent. in Muscol. Gall. p. 167.

„Touffes lâches, longues de 1—2 cm. Tiges ramifiées d'un vert sombre ou jaunâtre. Feuilles imbriquées à l'état sec, se recourbant fortement en arrière en les mouillant, et ensuite se redressant promptement, lancéolées, recourbées au bord. Tissu composé á la base de cellules lisses, quadrangulaires, allongées, passant par degrés au tissu supérieur formé de cellules arrondies et munies de papilles saillantes bi-trifurquées. Inflorescence autoïque; gemmules mâles latéraux. Capsule rétrécie au péristome et á la base, presque sans traces de bandes; pédicelle égalant *une fois et demie* la longueur de la capsule. Péristome relativement petit (long de 0 mill. 28—30), double: 16 dents très papilleuses. conformées comme celles de l'*O. lejocarpum*, pâles; 16 cils larges, papilleux, érodés au bords, d'une couleur jaune orangée. Opercule conique. Spores de deux dimensions, les plus grandes, presque lisses et sphériques, ont un diamètre de 0 mill. 021—025; les plus petites, presque tétraédriques, ont un diametre de 0 mill. 010—014. Coiffe conique, couvrant le sporange, couverte de poils jaune. Anneau de 2 à 3 tours de cellules. Stomates émergés". Vent. l. c.

Cauc. major centr.: Ossetia, in silvis pr. Vladikavkas, ad truncum arboris.

240. **Orthotrichum Killiasii** C.-Müll.
Syn. Dorcadion Killiasii Lindb.

In alpibus Caucasi majoris or. (Ruprecht!). Fertile.

241. **Orthotrichum speciosum** Nees.
Syn. Dorcadion speciosum Lindb.

Ad truncos arborum regionis silvaticae mediae. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in silva primaeva supra ripam sinistr. fl. Seken 1,000 m. circ. (E. L. n. 425!); Kuban, in silvis ad fl. Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 503!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in silvis pr. Vladikavkas.

Tiflis (Steven!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman.

242. **Orthotrichum affine** Schrad.
Syn. Dorcodion affine Lindb.

Ad truncos arborum regionis silvaticae mediae. Fertile.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial (Kolenati!).

243. **Orthotrichum caucasicum** Vent. in Muscol. Gall. p. 176.

„Coussinets bombés, longs de 1 à 2,5 cm., d'une couleur verte ou jaunâtre. Tiges fastigiées. Feuilles lancéolées-allongées, pointues, révolutées aux bords. Tissu des feuilles comme dans l'*O. affine* avec les cellules ayant les parois très épaisses et les papilles simples ou bifurquées très saillantes. Inflorescence autoïque. Capsule émerse ou émergente, obovée, avec le col plus étroit terminé brusquement à la base comme dans l'*O. arcticum;* pédicelle plus ou moins court; bandes du péricarpe très faibles, pas plus marquées que dans l'*O. arcticum*, à l'état sec on voit des traces de sillons au-dessous du péristome. Péristome double: 8 dents bigéminées, fendues dans toute la ligne médiane, jaunes, densement et finement papilleuses dans la moitié inférieure, lisses ou très finement striolées dans la partie superieure, les deux moitiés sont percées de trous au sommet et lacuneuses le long de la ligne médiane; 8 cils filiformes, composés de deux rangs de cellules lisses et pâles, plus courts que les dents; à l'état sec les dents sont réfléchies et adaptées au péricarpe. Anneau composé de 3 rangs de cellules. Opercule convexe, apiculé. Coiffe conique-hemisphérique, mûnie de poils. Spores papilleuses, de 0 mill. 015—023". Venturi l. c.

Cauc. major centr.: Ossetia, in silvis prope Vladikavkas et Balta ad fl. Terek, ad truncos arborum.

244. **Orthotrichum rupestre** SCHLEICH.

Syn. Dorcadion rupestre LINDB.

Ad rupes siliceas a regione campestri usque in silvaticam superiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus, in media convalle Kükürtli 15—1,800 m. (E. L. n. 601!); Svania, in silva prope Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 244!) et in silvis abiegnis secus flumen Ingur, inter Kala et Ipar 15—1,600 m. (n. 180! 181!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et Kobi ad fl. Terek, ad mare glaciale Zei, Mleti ad fl. Aragva.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich.

var. **ætnense** (DE N.) VENT.

Ad rupes regionis silvaticæ mediæ. Fertile.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad pagum Kasbek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, inter Borschom et Bakuriani.

var. **flaccum** (DE N.)

Cauc. major occ.: Svania, Laschketi ad rupes regionis silvaticæ mediæ. Fertile.

var. **montanum** VENT.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek, ad rupes regionis silvaticæ superioris. Fertile.

var. **Sehlmeyeri** (BRUCH.) SCHIMP.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman, ad rupes regionis silvaticæ mediæ. Fertile.

* **Orthotrichum ovatum** VENT.

Ad rupes et saxa silicea regionis alpinæ. Fertile.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek et ad Kobi pr. fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri.

* **O. Sturmii** (Hornsch.)

var. **virens** Vent.

Cauc. major occ.: Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, ad saxa regionis silvaticæ mediæ. Fertile.

245. **Orthotrichum obtusifolium** Schrad.
Syn. Dorcadion obtusifolium Lindb.

Ad truncos arborum regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertile.
Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, rarissime.
Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek.

52. Zygodon H. T.

246. **Zygodon viridissimus** (Dicks.) Brown.

Ad truncos arborum regionis silvaticæ mediæ. Sterilis.
Cauc. major centr.: Ossetia, Vladikavkas, Balta et Lars ad fl. Terek.

53. Anoectangium (Hedw.) Br. Eur.

247. **Anoectangium compactum** Schwaegr.
Syn. Pleurozygodon aestivus Lindb.

Ad rupes siliceas regionis silvaticae superioris. Sterile.
Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et Kobi ad fl. Terek, ad mare glaciale Zei.

54. Amphidium (Nees.) Schimp. emend.

248. **Amphidium Mougeotii** (Br. Eur.) Schimp.
Syn. Anoectangium Mougeotii Lindb.

Ad rupes umbrosas, siliceas a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Rarissime fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, secus fl. Kliutsch, ad silvae marginem 12—1,400 m. (E. L. n. 451!), in cacumine granitico inter juga Kluchor et Nachar 26—2,800 m. (n. 489!) et in jugo Kluchor supra fontes fl. Kliutsch 22—2,400 m. (n. 463!); Kuban, in silvis ad ripam dextram fl. Tieberda 15

—1,600 m. (E. L. n. 512!); Svania, in silvis abiegnis secus flumen Ingur, inter Kala et Ipar 15—1,600 m. (E. L. n. 177!), Lentechi; Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri; Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars, Kasbek, Kobi, in monte Zomorasch ad fl. Terek, Mleti ad fl. Aragva, inter Tib et St. Nicolai, ad mare glaciale Zei.

Cauc. major or.: Dagestania, ad fontes fl. Samur c. 2,000 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor occ.: Adjaria, in reg. silv. inf. inter Batum et Keda (E. L. n. 30!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

249. **Amphidium lapponicum** (Hedw.) Schimp.

Syn. Anoectangium lapponicum Hedw.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kasbek et Kobi, ad rupes regionis silvaticae superioris. Fertile.

55. Glyphomitrium Brid., Mitt.

250. **Glyphomitrium pusillum** (Br. Eur.)

Syn. Ptychomitrium pusillum Br. eur.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, ad saxa calcarea regionis silvaticæ inferioris parcissime. Fertile.

56. Coscinodon Spreng.

251. **Coscinodon cribrosus** (Hedw.) Spruc.

Syn. Coscinodon pulvinatus Spreng.

Ad rupes, præcipue schistosas a regione campestri usque in alpinam superiorem. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Radscha, inter Uzeri et Glola, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, in monte Puschquer Tuman pr. Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et Kasbek ad fl. Terek, in montibus ad Tib, inter pag. Tib et St. Nicolai ad fl. Ardon.

Tiflis.

57. Grimmia Ehrh., C.-Müll.

252. Grimmia ericoides (Schrad.) Lindb.

Syn. Rhacomitrium canescens var. ericoides Br. eur.

In arenosis et glareosis ad ripas rivulorum et fluviorum a regione silvatica media usque in alpinam superiorem. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad ripam arenosam fluminis Klütsch 1,050 m. (E. L. n. 435!); Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus, ad ripas arenosas rivuli alpini Kükürtli 2,300 m. circ. (E. L. n. 625!) et supra moles glaciales Kükürtli 3,600 m. circ. (n. 640!); Svania, in monte Puschquer Tuman pr. Laschketi, in arenosis prope moles glaciales montis Tetnuld supra Kala et Ipar 2,200 m. circ. (E. L. n. 167!), in ripa arenosa fluminis Ingur inter Kala et Ipar 14—1,500 m. (n. 183!) et in jugo alpino inter Svaniam et Abhasiam supra flumen Seken 24—2,600 m. (n. 356!); Radscha, Uzeri, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars, Kasbek, inter Abano et Ress ad fl. Terek, in montibus pr. pagum Tib, ad mare glaciale Zei, Gudchevi ad fontes fl. Aragva, Ermani ad fl. Didi Liachva.

Cauc. major or.: Dagestania, Dindi Dagh c. 2,900 m. (Ruprecht!).

253. Grimmia aquatica (Brid.) C.-Müll.

Syn. Rhacomitrium protensum Braun.

Ad rupes siliceas humidas a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Sterilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor, supra fontes fl. Klütsch, ad rivulos alpinos 22—2,300 m. (E. L. n. 457!); Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

254. Grimmia phyllantha Lindb. n. sp. in sched.

Caespitosa, caespitibus late expansis, laxe cohaerentibus, depressis, lutescenti-viridibus, demum nigricantibus; *caulis* ad 5 cm. usque longus, protensus, dichotome divisus, ramis fastigiatis, haud adscendentibus, inferne nudus, superne dense foliosus, in apice foliorum gemmularum terminalium propagulis numerosis, globosis, pluricellularibus, fuscidulis; *folia* sicca adpressa, humida primum re-

curvo-patula dein patentia, haud subsecunda, subcarinato-concava, breviter decurrentia, e basi ovali lineari-lanceolata, obtusa, mutica, integerrima, marginibus saepius uno tantum latere e basi fere ad apicem revolutis, lamina superne bistratosa, nervo tereti, dorso valde prominente, usque supra medium folii 0,075 0,10 mm. lato, infra apicem evanido, cellulis chlorophyllosis, papillosis, haud sinuosis, rotundatis 0,0075 -0,010 mm., basilaribus paulum majoribus, quadratis, juxta nervum breviter rectangularibus. Caetera ignota.

Cauc. major occ.: Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, ad saxa regionis alpinae.

A *Grimmia aquatica*, habitu simili, areolatione foliorum raptim dignoscitur, a *Gr. Hartmani* foliis obtusis jam recedit.

255. **Grimmia unicolor** Grev.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor supra fontes fluminis Klütsch, ad rivulos alpinos 22—2,400 m. (E. L. n. 458!). Sterilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad mare glaciale Zei, ad rupes siliceas regionis alpinae. Sterilis.

256. **Grimmia crassifolia** Lindb. n. sp. in sched.

Caespitosa, caespitibus densis, humilibus, planis, rigidis, inferne terra obrutis, superne atro-fuscis; *caulis* ad 7 mm. usque altus, erectus, strictus, inferne longe radiculosus, superne dense foliosus, simplex; *folia* sicca imbricata, humida erecto-patentia, canaliculato-concava. ovato-lanceolata, acuta, infima mutica, superiora in pilum tenuem (basi c. 0,03 mm. latum), haud defluentem, brevissimum (usque ad 0,175 mm. longum), sublaevem exeuntia, marginibus planis, lamina jam e basi bistratosa, nervo basi c. 0,075 mm. lato, cellulis valde chlorophyllosis, papillosis, valde incrassatis, rotundatis, 0,006—0,0075 mm., basilaribus quadratis, juxta nervum rectangularibus. Caetera ignota.

Cauc. major occ.: Ossetia, ad rupes calcareas, siccisimas ad fl. Ardon inter Alagir et Misurtzy.

A *Grimmia campestri* proxima foliis ovato-lanceolatis, acutis, jam e basi bistratosis et pilo ad basim angusto, haud defluente multo breviore et tenuiore, sublaevi differt.

257. **Grimmia campestris** Burch.
Syn. Grimmia leucophaea Grev.

Ad rupes siliceas siccissimas a regione campestri usque in alpinam. Raro fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena, Tsessi et inter Tsessi et Oni ad fl. Rion; Radscha, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania. prope Enasch (Latal) 13—1,400 m. (E. L. n. 187!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta, Kasbek et Kobi ad fl. Terek. Tiflis.

Cauc. minor occ.: Adjaria, Schvachevi, in rupibus siccissimis supra ripam dextram fluminis Adjari-Tskhali, in reg. silv. media (E. L. n. 54!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Achalzich.

Cauc. minor or.: in rupibus Hatiss montis Ssarial (Kolenati!).

258. **Grimmia tergestina** Tomm.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion, ad saxa calcarea siccissima regionis silvaticae inferioris. Fertilis.

259. **Grimmia caucasica** C.-Müll. Bot. Ztg. 1856.

„Dioica; *G. ovali* simillima, sed *folia* caulina *angustiora*, *depilia* obtusata *vel brevissime pilifera*, *e cellulis incrassatis*, numquam mollibus, *latere crenulatis, haud aequalibus* areolata, perichaetialia incrassate elongate reticulata, *nervo distincte et flavide in pilum latum complanatum haud teretem* denticulatum elongatum excurrente; theca *Gr. ovalis,* oblique rostrata, *minor.*

Caucasus: Belanger sub N:o 9 Hb. Kunzeano communicavit.

Calyptra ignota quidem, sed ex analogia *G. ovalis* ad *Gümbeliam* certe pertinebit“. C. Müll. l. c. p. 421.

260. **Grimmia ovalis** (Hedw.) Lindb.
Syn. Grimmia ovata auctorum, haud W. M.

Ad rupes siliceas a regione silvatica superiore usque in alpinam superiorem. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 584! 585!), in summo jugo alpino inter Do-Ut et Utsch-

kulan 2,500 m, circ. (E. L. n. 595!), ad radices sept. occid. montis Elbrus in alta convalle Kükürtli, ad moles graniticas sub *Pino silvestri* 2—2,300 m. (E. L. n. 600! 630! 631!); Svania, in rupibus jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken supra limitem silvarum 21—2,200 m. (E. L. n. 328!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et in monte Kasbek (Kolenati! V. F. B.!), ad mare glaciale Zei, inter pagum Tib et St. Nicolai ad fl. Ardon.

Cauc. minor occ.: Artvin (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

var. **affinis** (Hornsch.)

Cauc. major occ.: Kuban, in rupestribus montis Elbrus 34—3,500 m. (E. L. n. 649!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et Kasbek ad fl. Terek. Fertilis.

261. Grimmia commutata Hüb.

Syn. Grimmia ovata W. M.

Ad rupes siccas, siliceas a regione campestri usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in graniticis jugi Kluchor supra fontes fl. Klütsch 22—2,400 m. (E. L. n. 459!); Svania, Laschketi, prope Enasch (Latal) 13—1,400 m. (E. L. n. 188!); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri; Imeretia, Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, ad mare glaciale Zei, Mleti ad fl. Aragva, Edisi ad fl. Didi Liachva; Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan.

Cauc. minor occ.: Adjaria, in regione silvarum media, inter Khula et Schvachevi, ad rupes (E. L. n. 52!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri, Achalzich.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial (Kolenati!).

262. Grimmia Donii Sm.

Cauc. major or.: Dagestania, ad glaciem montis Djulti-Dagh c. 3,400 m. (Ruprecht!). Fertilis.

263. Grimmia alpestris Schleich.

Ad saxa et rupes siliceas regionis alpinae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Svania, in rupibus pr. moles glaciales montis Tetnuld supra Kala et Ipar 2,200 m. circ. (E. L. n. 170!); Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad mare glaciale Zei.

264. **Grimmia subsulcata** Limpr.

Ad saxa et rupes siliceas regionis alpinae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Svania, in monte Puschquer Tuman pr. Laschketi, in rupibus pr. moles glaciales montis Tetnuld supra Kala et Ipar 2,200 m. circ. (E. L. n. 169!), in jugo alpino Utbiri inter flumina Nakra et Neuskra, ad rupes 23—2,500 m. (n. 283!), in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 25—2,700 m. (n. 361! 362! 363! 367!) et 28—3,000 m. (Sommier n. 346!); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus circa pagum Tib, ad mare glaciale Zei, in monte Zomorasch ad fontes fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri.

265. **Grimmia sessitana** De N.
Syn. Grimmia exannulata Lindb. in sched.

Ad saxa silicea regionis alpinae superioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Abhasia, in summo jugo Kluchor, inter rupes graniticas 27—2,800 m. (E. L. n. 487!); Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus in alta convalle Kükürtli 2,300 m. circ. (E. L. n. 629!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek, reg. alp. super.

266. **Grimmia caespiticia** (Brid.) Jur.
Syn. Grimmia Jacquini Garov.
Grimmia sulcata Saut.

Ad rupes siliceas regionis alpinae superioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in summo jugo Kluchor, ad rupes graniticas 2,700 m. (E. L. n. 502!); Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 24—2,600 m. (E. L. n. 364! 365! 366!), 26—2,700 m. (n. 370!) et 28—3,000 m. (Sommier n. 347!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Zomorasch ad fontes fl. Terek.

267. **Grimmia laevidens** Broth. n. sp.

Syn. Grimmia caucasica Lindb. in sched., haud. C.-Müll.

Autoica; pulvinata, pulvinulis compactis, sordide glauco-viridibus; *caulis* ad 1 cm. usque altus, adscendens, inferne longe radiculosus, superne fasciculato-ramosus, stolonibus nullis; *folia* sicca adpressa, humida reflexo-patentia, demum erecto-patentia, flaccida, carinata, infima minora, remotiora, mutica, superiora sensim majora, densius conferta, lanceolata, lamina 1,14—1,33 mm. longa et c. 0,36 mm. lata, in pilum angustum, minute denticulatum, usque ad 0,76 mm. longum exeuntia, marginibus planis vel saepius superne revolutis, lamina apice bistratosa, juxta nervum haud biplicato-sulcata, nervo basi angustiore, superne usque ad 0,065 mm. lato, dorso rotundato prominente, cellulis valde chlorophyllosis, laevibus vel minute papillosis, superioribus rotundato-quadratis vel quadratis 0,010—0,012 mm., inferioribus sensim majoribus, basilaribus foliorum inferiorum quadratis, superiorum breviter rectangularibus, seriebus marginalibus 3—5 hyalinis; *bracteae perichaetii* foliis multo majores et latiores, subvaginantes; *seta* ad 2 mm. usque alta, erecta, stricta, sinistrorsum torta, tenuis, lutescens; *theca* subcernua, ovalis, c. 1,1 mm. longa et c. 0,6 mm. lata, basi haud attenuata, leptodermis, fusca, sicca rugulosa; *annulus* 0; *peristomium* simplex, dentibus sat irregularibus, indivisis, parce fenestratis, vel apice subdivisis, haud striolatis vel papillosis, articulis paucis et altis, sordide rufescentibus; *spori* 0,010—0,012 mm., lutescentes, laevissimi; *operculum* breviter conicum; *calyptra* cucullata.

Perigonium terminale, gemmiforme, bracteis intimis obtusis, nervo infra apicem evanido, antheridiis numerosis, paraphysibus nullis.

Cauc. major occ.: Radscha, ad fontes fluminis Dschandschachi Tskhali, ad saxa silicea regionis alpinae superioris.

A *Grimmia subsulcata* proxima foliis juxta nervum haud biplicato-sulcatis et dentibus laevissimis differt, a *Gr. alpestri* inflorescentia jam recedit.

268. **Grimmia mollis** Br. Eur.
var. **aquatica** Br. Eur.

Cauc. major occ.: in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 24—2,600 m. (E. L. n. 394!). Sterilis.

269. **Grimmia elatior** Bruch.

Ad rupes siliceas a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Asau et Uschuat (H. LOJKA ex BREIDL. l. c.); Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, inter Tib et St. Nicolai ad fl. Ardon, ad mare glaciale Zei.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman et ad lacum Tabiszchuri.

270. **Grimmia trichophylla** GREV.
var. **meridionalis** BR. EUR.

Cauc. minor or.: Inter Kedabeg et Goktscha-Pass (KAERNBACH ex C. MÜLL. l. c.).

271. **Grimmia Hartmani** SCHIMP.

Ad saxa et rupes siliceas umbrosas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti et Mekvena ad fl. Rion; Radscha, Oni et Uzeri; Svania, Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman et Bakuriani.

272. **Grimmia Brotheri** LINDB. n. sp. in sched.

Dioica; laxe caespitosa, caespitibus late extensis, inferne ferrugineis vel fuscis, superne laete viridibus; *caulis* ad 5 cm. usque altus, flexuosus, arcuato-adscendens, infima basi radiculosus, e basi usque dense foliosus, aetate inferne nudus, dichotome divisus; *folia* sicca laxe adpressa, humida reflexa, demum patentia, e medio sursum vergentia, subsecunda, carinato-concava, infima minuta, mutica, superiora sensim majora, breviter decurrentia, elongato-lanceolata, in pilum brevissimum plus minusve denticulatum exeuntia, marginibus bistratosis, uno latere e basi fere ad apicem revolutis, nervo crasso, basi 0,075 mm. lato, superne paulum angustiore, dorso in sectione transversali rectangulari et angulis duobus saepe humiliter alatis, cellulis omnibus valde incrassatis, chlorophyllosis, minutissime papillosis, rotundato-quadratis, 0,0075—0,010 mm., sinuosulis, basilaribus juxta nervum plus minusve elongate rectangularibus; *bracteae perichaetii* foliis subsimiles, basi longiore et latiore subvaginantes, cellulis haud sinuosulis; *seta*

3—5 mm. alta, erecta, stricta, sicca sinistrorsum torta, tenuis, c. 0,15 mm. crassa, lutescens, laevissima; *theca* erecta, oblonga, 1,5 mm. longa, leptodermis, pallida, laevissima; *peristomium Gr. Hartmani.* Caetera ignota.

Cauc. major occ.: Radscha, ad saxa silicea regionis silvaticae mediae pr. Uzeri, cum fructibus deoperculatis, sat numerosis; Svania, in silvis jugi montani inter Enasch (Latal) et Betscho 15—1,600 m., cum fructibus deoperculatis (E. L. n. 192!).

„E *Grimmia Hartmani*, cui habitu valde similis, optime diversa: foliis superne latioribus, crassiusculis, nervo dorso (in sect. transvers.) haud rotundato, sed rectangulari et angulis duobus saepe humiliter alato, latius incrassato-limbatis, cellulis minutis, multo minus rhacomitriaceis, minutissime papillosis, nec laevissimis". Lindb. in sched.

273. **Grimmia pulvinata** (L.) Sm.

Ad rupes calcareas et siliceas regionis campestris et silvaticæ inferioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion.

Tiflis (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Achalzich.

Cauc. minor or.: in rupibus pr. montem Ssarial (Kolenati!), in rupibus montium pr. Sournabad (Kolenati!), in rupibus montium Kotschkar et Murgus (Kolenati!).

274. **Grimmia orbicularis** Bruch.

Ad rupes calcareas, siccissimas regionis campestris. Fertilis.

Tiflis (Steven! V. F. B.), Mtzchet, Gori, Achalzich.

275. **Grimmia microcarpa** (Gmel.) Lindb.

Syn. Rhacomitrium sudeticum Br. eur.

Ad rupes siliceas regionis alpinae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor supra fontes fluminis Klütsch 22—2,400 m. (E. L. n. 460! 465!) et in summo jugo Kluchor pr. moles glaciales 25—2,700 m. (n. 485!); Svania, in rupibus regionis alpinae montis Tetenar supra Tscholuri 24—2,500 m. (E. L. n. 133! 134!) et in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 21—2,200 m. (n. 333!), 24—2,600 m.

(n. 359! 360! 368!), 25—2,700 m. (n. 395!); Radscha, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

276. **Grimmia funalis** (Schwægr.) Schimp.
Syn. Grimmia spiralis H. T.

Ad rupes siliceas regionis silvaticæ superioris et alpinæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo alpino inter Do-Ut et Utschkulan 24—2,500 m. (E. L. n. 593!), Radscha, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali, in monte Bereleti pr. Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Tuschetia, in monte Sedischi c. 3,100 m. (Ruprecht!).

277. **Grimmia elongata** Kaulf.

Cauc. major occ.: Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali, ad rupes siliceas regionis alpinæ superioris. Sterilis.

278. **Grimmia incurva** Schwægr.
Syn. Grimmia contorta Schimp.

Ad rupes siliceas regionis alpinæ superioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in rupestribus alpinis montis Elbrus occid. 28—3,000 m. supra moles glaciales Kükürtli (E. L. n. 637! 638!); Radscha, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek.

279. **Grimmia plagiopodia** Hedw.

Ad rupes siccissimas regionis campestris et silvaticæ inferioris. Fertilis.

Cauc. major centr.: Carthalinia, ad muros templi vetusti supra Krtzkhilvan.

Gori, ad rupes molass., Achalzich, ad rupes augit-porphyr.

280. **Grimmia apocarpa** (L.) Hedw.

Ad saxa et rupes tam calcareas quam siliceas a regione campestri usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Kutais, Mekvena, Atschara et Tsessi ad fl. Rion; Letschgum, Muri, Lailaschi; Svania, inter Muri et Lentechi 600 m. circ. (E. L. n. 78!) et in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (n. 207!); Radscha, Uzeri, inter Uzeri et Glola, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue, Roki-Edisi, in montibus Suarkom et Kadlasen ad fl. Didi Liachva, Gudchevi ad fontes fl. Aragva, Balta, Lars, Kobi ad fl. Terek, in monte Kasbek, ad mare glaciale Zei; Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Georgia, pr. Passanaur (E. L. n. 671!).

Cauc. major or.: Dagestania, in montibus Bogos (Ruprecht!), Schemacha (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

Tiflis, Gori.

Cauc. minor occ.: Adjaria, Schvachevi ad fl. Adjari Tskhali (E. L. n. 56! 57!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Abas Tuman, Achalzich.

Cauc. minor or.: in monte Salvat pr. Nucha (Kolenati!).

var. **gracilis** (Schleich.) W. M.

Ad rupes umbrosas, præcipue calcareas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue, Roki-Edisi ad fl. Didi Liachva, Balta et Kasbek ad fl. Terek.

281. **Grimmia flexipilis** Lindb. n. sp. in sched.

Autoica; dense pulvinata, inferne fusca, superne glauco-viridis, rigida; *caulis* ad 1,5 cm. usque altus, pluries dichotome ramosus, e basi usque dense foliosus, teres; *folia* sicca adpressa, humida squarroso-reflexa, demum erecto-patentia, carinata, lanceolata, acuta, inferiora mutica, superiora pilo hyalino, elongato, valde flexuoso, basi lato, paulum decurrente, denticulato terminata, marginibus integerrimis, ad apicem usque valde revolutis, infima basi tantum planis, bistratosis, nervo plano-convexo, viridi, basi c. 0,05 mm. lato, dorso laevissimo, cellulis incrassatis, rotundato-quadratis, sinuosulis, 0,008—0,010 mm., basilaribus amplioribus, quadratis, juxta nervum rectangularibus; *bracteae perichaetii* multo majores et latiores, marginibus minus revolutis, dimidiae inferioris elongate et pellucide reticulatae; *seta* usque ad 0,5 mm. alta, recta; *theca* minuta, ovalis, leptodermis, lutescenti-fuscidula, deoperculata macrostoma; *peristomium* simplex,

dentibus late lanceolatis, c. 0,3 mm. longis et 0,1—0,12 mm. latis, usque ad medium valde rimosis, purpureis, papillosis; *spori* 0,011—0,012 mm., lutescentes, laevissimi; *operculum* convexum, rostro acuto, brevissimo et obliquo; *calyptra* minuta, cucullata.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek, ad saxa silicea regionis alpinae superioris.

A *Grimmia apocarpa* proxima pulvinulis densis, haud dilabentibus, foliis flexuoso-piliferis, peristomio minore et calyptra cucullata differre videtur.

282. **Grimmia conferta** Funck.

Ad rupes siliceas a regione silvatica media usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kasbek, Kobi et in monte Zomorasch ad fl. Terek, ad mare glaciale Zei.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri.

283. **Grimmia flaccida** (De N.) Lindb.

Syn. Grimmia sphaerica Schimp.

Ad rupes siccas siliceas a regione campestri usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Ossetia, in montibus pr. Tib.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek, Mleti ad fl. Aragva. Tiflis (Steven!).

Cauc. minor occ.: Adjaria, Schvachevi, ad rupes siccas reg. silv. mediæ (E. L. n. 58!).

15. ANDREÆACEÆ.

58. **Andreaea** Ehrh.

284. **Andreaea petrophila** Ehrh.

Ad saxa silicea regionis alpinæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor, supra fontes fl. Klütsch 22—2,400 m. (E. L. n. 462!) et 2,700 m. (n. 501!); Kuban. ad radices sept. occid. montis Elbrus in convalle Kükürtli, ad moles graniticas 2,300 m.

circ. (E. L. n. 632!); Svania, in rupibus siliceis jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken 21—2,200 m. (E. L. n. 330!); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek et pr. Kobi ad fl. Terek.

285. **Andreaea planinervis** Lindb. n. sp. in sched.

Cauc. major occ.: Radscha, ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali, ad rupes supra glaciem, circ. 3,000 m.

Ayant donné à Lindberg le seul exemplaire de cette espèce qui sans doute approche le plus de la *Andreaea Rothii*, et ne le retrouvant plus à présent dans son herbier il m'est impossible d'en faire ici la description.

II.

PLEUROCARPI.

16. HYPNACEAE.

59. Thyidium Br. Eur.

286. **Thyidium delicatulum** (L., Hedw.) Mitt.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad truncos putridos Fagi pr. Hudryubsch fertile (Döll. et Nordm.!), in silvis supra ripam orientalem fl. Seken 11—1,200 m. (E. L. n. 405!) et secus fl. Kliutsch, ad silvae marginem 12—1,400 m. (n. 450!).

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

287. **Thyidium recognitum** (Hedw.) Lindb.

In silvis frondosis, in fissuris humosis rupium et in graminosis regionis silvaticae inferioris et mediae. Rarissime fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti et Mekvena ad fl. Rion; Letschgum, Lailaschi et Muri; Svania, Laschketi; Radscha, Oni, inter Oni et Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Vladikavkas, Balta et ad pagum Kasbek pr. fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, ad fl. Sulak (Ruprecht!).

Tiflis (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia. Borschom.

Cauc. minor or.: in monte Salvat pr. Nucha et in silvis frondosis ad fl. Kotschkar, in monte Guög-dasch (Kolenati!).

288. **Thyidium punctulatum** (Bals. et De N.) De N.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, loco sicco arenoso regionis silvaticæ inferioris rarissime. Sterile.

289. **Thyidium abietinum** (L.) Br. Eur.

Locis siccis, arenosis a regione campestri usque in alpinam. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara et inter Tsessi et Oni ad fl. Rion; Svania, in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 214!) et in rupibus secus fl. Ingur, inter Kala et Ipar 14—1,500 m. (n. 185!), Laschketi; Radscha, in monte Bravardsali (Frick!), Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Roki-Jedisi-Ermani ad fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei, Balta, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

Tiflis (Ruprecht!), Gori, Elisabethpol (Kolenati!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich, Borschom, ad lacum Tabiszchuri.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial et in humidis prom. Murgus et Kotschkar (Kolenati!).

60. Leskea Hedw., Lindb.

290. **Leskea catenulata** (Brid.) Lindb.

Ad saxa et rupes calcareas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena et Tsessi ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Osssetia, Balta ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich.

* **Leskea remotifolia** Lindb.

Caulis longe procumbens, ramis dense pinnatis, ramulis elongatis, gracilibus, simplicibus vel parce ramulosis; *folia* longiora et remotiora.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion, ad moles calcareas umbrosas regionis silvaticæ inferioris. Planta feminea sterilis.

291. **Leskea nervosa** (Brid.) Myr.

Ad truncos arborum, ad rupes umbrosas et ad saxa a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Parce fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 513! 534!); Svania, in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 204! 231! 232!), in silvis abiegnis secus flumen Ingur inter Kala et Ipar 15—1,600 m. (E. L. n. 176!), inter Tscholuri et Laschketi et pr. Laschketi; Radscha, Oni et Uzeri; Imeretia, Kutais.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue-Roki-Jedisi ad fl. Didi Liachva, Vladikavkas, Balta, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, inter Alagir et Unal ad fl. Ardon, inter pagum et mare glaciale Zei.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman, inter Bakuriani et lacum Tabiszchuri et ad lacum Tabiszchuri.

Cauc. minor or.: in regione Hatiss montis Ssarial (Kolenáti!).

292. **Leskea incrassata** Lindb. n. sp. in sched.

Dioica; caespitosa, caespitibus densis, rigidis, lutescenti-viridibus, aetate fuscescentibus; *caulis* longe repens, vage divisus, dense pinnatim ramulosus, ramulis adscendentibus vel erectis, brevibus, vix ultra 7 mm. longis, dense foliosis; *folia* sicca imbricata, humida patentia, plano-concava, e basi ovata anguste lanceolata, integerrima, marginibus basi revolutis, superne planis, supra basin limbatis, limbo a duobus stratis cellularum formato, ex interiore diachymate folii tamen pessime distinguendo, nervo crasso, basi usque ad 0,05 mm. lato, ad $^{2}/_{3}$ laminae evanido, lævissimo, cellulis chlorophyllosis, valde incrassatis, subrotundis, ad nervum breviter oblongis, sublaevibus; *bracteae perichaetii* interiores e basi oblonga vaginante subito breviter attenuatae, acumine flexuoso, plicatae, integerrimae, nervo vix conspicuo, pallidae; *seta* ad 10 mm. usque alta, erecta, stricta, crassiuscula, purpurea, laevissima; *theca* erecta, subcylindrica, asymmetrica,

leniter curvata, vix 2 mm. alta, collo brevi et crasso, brunnea; *annulus* angustus; *peristomium L. nervosae,* sed dentes paulum latiores; *spori* 0,010—0,012 mm., ferruginei, papillosi; *operculum* anguste conicum. Caetera ignota.

Cauc. minor occ.: Adjaria, Khauli Perival, supra Danais Para-ul, ad truncos arborum regionis silvaticae superioris parce fertilis (E. L. n. 49!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad truncum Fagi pr. viam inter Bakuriani et Zchra Zchraros parce fertilis.

A *L. nervosa* statura robustiore, foliis margine incrassatis, bracteis perichætii subenervibus, peristomii dentibus paulum latioribus et sporis minoribus, ferrugineis, haud viridibus differt.

293. **Leskea latifolia** Lindb. n. sp. in sched.

Autoica; dense intricato-caespitosa, caespitibus sublutescenti-viridibus, haud nitidis; *caulis* longe repens, paraphyllia sat numerosa, diversiformia gerens, divisus, ramis dense pinnatim ramulosis, ramulis adscendentibus, brevibus, haud attenuatis; *folia* sicca dense imbricata, humida patula, plano-concava, paulum decurrentia, late subcordato-ovata, subito longe acuminata, caulina usque ad 0,85 mm. longa et 0,48 mm. lata, marginibus infima basi late revolutis, superne planis, integerrimis, nervo tenui, flexuosulo, ad basin acuminis desinente, cellulis superioribus hexagono-rhombeis, 0,020—0,025 mm. longis et 0,010 mm. latis, basilaribus subquadratis, omnibus valde chlorophyllosis, laevissimis. Caetera ignota.

Cauc. major occ.: Imeretia, ad rupes calcareas, umbrosas regionis silvaticae inferioris pr. opp. Kutais.

Species foliis late subcordato-ovatis et cellulis laevissimis insignis. Cui affinis?

294. **Leskea grandiretis** Lindb. n. sp. in sched.

Autoica; laxe intricato-caespitosa, caespitibus lutescentibus, haud nitidis; *caulis* longe repens, flexuosus, plus minusve divisus, ramulis densis et brevibus, strictis, cortice adpressis, dense foliosis, haud attenuatis; *folia* sicca adpressa, humida patula, lanceolata, in acumen longum, piliformem flexuosulum sensim attenuata, papillosa, pellucida, 0,85—0,95 mm. longa et 0,3 mm. lata, marginibus planis, superne ob papillas valde prominentes crenulatis, nervo sat crasso, supra medium evanido, cellulis chlorophyllosis, papillosis, papillis paucis, sed elevatis instructis, juxta nervum ovalibus, caeteris subrotundis, laxis, 0,012—0,02 mm. longis et 0,012 mm. latis; *bracteae perichaetii* foliis multo longiores, erectae,

semivaginantes, abruptius acuminatae, tenuius costatae, integerrimae, cellulis longioribus, inanibus laevissimis, archegonia plura et paraphyses numerosas, filiformes includentes; *seta* tenuis, c. 6 mm. alta, pallide rubra, laevissima; *theca* erecta, oblonga, leptodermis, pallida, laevis, 1,7 mm. alta; *bracteae perigonii* late ovatae, acutae, enerves, cellulis parcius papillosis vel laevibus, antheridia turgida, numerosa et paraphyses filiformes includentes. Caetera ignota.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta et Lars ad fl. Terek, ad corticem arborum frondosarum regionis silvaticae mediae cum fructibus deoperculatis, vetustis.

Habitu *Anomod. rostrato* haud dissimilis, foliis piliformi-acuminatis, cellulis magnis, elevato-papillosis, pellucidis et seta brevi ab omnibus speciebus facile dignoscitur.

295. **Leskea polycarpa** Ehrh.

Cauc. major occ.: Abhasia, Dranty, ad truncum Coryli (Döll. et Nordm.!). Fertilis.

Cauc. minor or.: in regione Hatiss montis Ssarial (Kolenati!). Fertilis.

296. **Leskea longifolia** (Ahnf.) Spruc.

Syn. Anomodon longifolius Hartm.

Ad rupes umbrosas, praecipue calcareas regionis silvaticae inferioris et mediae. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena et Tschvischi ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

61. **Anomodon** H. T., Br. Eur.

297. **Anomodon viticulosus** (L.) H. T.

Ad rupes calcareas et ad truncos arborum regionis silvaticae inferioris et mediae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in silva primaevia pr. ripam sinistram fl. Seken 1,000 m. circ. (E. L. n. 426!); Kuban, inter Indisch et Kriepost (distr. Batalpaschinsk) 900 m. circ. (E. L. n. 663!); Svania, prope pagum Tscholuri 930—950 m. (E. L. n. 112!) et inter Muri et Lentechi 600 m. circ. (n.

83! 84!), Laschketi: Radscha. Oni et Uzeri: Imeretia. Kutais. Oprtscheti. Mekvena et Atschara.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia. Khtsoue. Koschha-Roki-Edisi ad fl. Didi Liachva. Vladikavkas, Balta et Lars ad fl. Terek, inter Alagir et Unal ad fl. Ardon, Mleti ad fl. Aragva.

Cauc. major or.: Dagestania, in rupibus ad fl. Sulak (Ruprecht!), Schemachi (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

Tiflis (Ruprecht!).

Cauc. minor occ.: Adjaria, in arborum truncis reg. silv. inf. inter Batum et Keda abunde (E. L. n. 25!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial et in silvis frondos. fl. Kotschkar (Kolenati!).

298. **Anomodon apiculatus** (B. S.) Br. Eur.

Ad rupes, præcipue schistosas a regione silvatica inferiore usque in silvaticam superiorem. Raro fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in silva primaevia pr. ripam sinistram fl. Seken 1,000 m. circ. (E. L. n. 427!); Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Radscha, Oni, Uzeri, inter Uzeri et Glola; Svania, in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 200! 216!), in jugo Latpari 12—1,500 m. (n. 136!) et pr. Tscholuri 920—950 m. (n. 106!), inter Tscholuri et Laschketi, Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Roki et Edisi ad fl. Didi Liachva, in silvis pr. Vladikavkas, Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman, inter Borschom et Bakuriani, inter Bakuriani et Tabiszchuri.

299. **Anomodon attenuatus** (Schreb.) Hüben.

Ad rupes, praecipue calcareas, et ad truncos arborum regionis silvaticae inferioris et mediæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 531!); Abhasia, in silva primaevia pr. ripam sinistram fl. Seken 1,000 m. circ. (E. L. n. 426!) et supra ripam orientalem ejusdem fluminis 12—1,400 m. (n. 404!); Svania, in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 201! 215!), inter Muri et Lentechi 600 m. circ. (n. 82!) et pr. pagum Tscholuri 920—950 m. (n. 103!), Laschketi; Radscha, Oni et

Uzeri; Imeretia, Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Letschgum, Lailaschi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Balta, Lars et Kasbek ad fl. Terek, inter Alagir et Unal ad fl. Ardon.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: in monte Salvat pr. Nucha (Kolenati!).

300. **Anomodon rostratus** (Hedw.) Schimp.

Cauc. major occ.: Svania, inter Muri et Lentechi 5—600 m. (E. L. n. 81!); Imeretia, Mekvena et Atschara ad fl. Rion, ad saxa calcarea, umbrosa regionis silvaticæ inferioris. Sterilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad saxa calcarea.

62. **Amblystegium** Br. Eur., De N.

301. **Amblystegium filicinum** (L.) Lindb.

Ad rupes calcareas irroratas a regione campestri usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occ. montis Elbrus, in convalle Kükürtli 15—1,800 m. (E. L. n. 659!); Svania, in silvis abiegnis inter Lentechi et Tscholuri 7—800 m. (E. L. n. 92!) et in jugo Latpari, in rupibus humidis regionis Fagi (n. 139!); Letschgum, in rupibus calcar. irroratis prope Muri; Radscha, Uzeri, inter Uzeri et Glola; Imeretia, in fauce fluminis Ladjanura, inter Alpana et Orbeli, in rupibus irroratis 4—500 m. (E. L. n. 73!), Mekvena et Atschara ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Ermani ad fontes fl. Didi Liachva, Vladikavkas, Balta, Lars et Kasbek ad fl. Terek, Gudaur ad fontes fl. Aragva, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon.

Tiflis.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich, Borschom.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

* **Amblystegium fallax** (Brid.) Lindb.

Locis aquosis calcareis et ad rupes calcareas irroratas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek.

302. **Amblystegium irriguum** (Wils.) Br. Eur.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion, ad saxa rivuli regionis silvaticæ inferioris. Sterile.

303. **Amblystegium varium** (Hedw.) Lindb.

Ad truncos arborum et ad rupes calcareas regionis silvaticae inferioris et mediae. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon.

304. **Amblystegium serpens** (L.) Br. Eur.

Ad corticem arborum regionis silvaticae inferioris et mediæ. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in silva ad ripam dextr. fl. Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 521!); Svania, in jugo Latpari 13—1,600 m. (E. L. n. 142!), in silvis jugi montani inter Enasch (Latal) et Betscho 15—1,600 m. (n. 191!); Radscha, Oni et Uzeri; Imeretia, Tsessi ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Vladikavkas et Balta ad fl. Terek, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: in rupibus umbrosis pr. Helenendorf, in trunco quercino montis Ssarial et in regione Hatiss montis Ssarial (Kolenati!).

var. **serrulatum** Breidl.

„Folia paulum majora, margine in parte inferiore minute et obtuse serrulata, costa validiore ultra medium continua. Capsula sicca vacua erectiuscula, sub ore leniter coarctata". Breidl. l. c.

Cauc major occ.: Dscheper, parce (H. Lojka).

305. **Amblystegium Juratzkanum** Schimp.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

306. **Amblystegium subtile** (Hedw.) Br. Eur.

Ad corticem arborum regionis silvaticae mediae et superioris. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in silva primaevia ad ripam sinistram fl. Seken 8—900 m. (E. L. n. 421!); Svania, in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 203 p. p.!), in silvis supra ripam or. fl. Neuskra 12—1,400 m. (n. 310!) et 16—1,800 m. (n. 322!), in silvis jugi montani inter Enasch (Latal) et Betscho 15—1,600 m. (n. 193!), ad occid. fl. Nakra, in silva editiore secus rivum Tschilar 1,800 m. circ. (n. 270!), inter Lentechi et Tscholuri 800 m. circ. (n. 90!), Laschketi; Radscha, Oni et Uzeri.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

307. **Amblystegium argillicola** Lindb. n. sp. in sched.

Autoicum; laxe caespitosum, caespitibus laete viridibus, aetate lutescenti-viridibus, nitidiusculis; *caulis* repens, vage ramosus et ramulosus, ramulis usque ad 1 cm. usque altis, erectis vel adscendentibus, gracilibus laxe vel densius foliosis; *folia* undique patula, haud decurrentia, late cordato-ovata, breviter et anguste acuminata, usque ad 1,9 mm. longa et 0,95 mm. lata, e basi fere minutissime serrulata, nervo infima basi c. 0,05 mm. lato, superne multo angustiore, infra apicem evanido, cellulis chlorophyllosis, parietibus lutescentibus, laevissimis, hexagono-rhomboideis, 0,04—0,05 mm. longis et 0,015—0,017 mm. latis, basilaribus laxioribus, breviter subrectangularibus; *bracteae perichaetii* tenerae, hyalinae, oblongae, subito breviter acuminatae, integerrimae, nervo indistincto; *seta* ad 15 mm. usque alta, sicca flexuosula, tenuis, pallide rubra, sicca superne sinistrorsum torta; *theca* suberecta, ovalis, subarcuata, leptodermis, dilute ferruginea; *annulus* e singula vel hic illic e duplici serie cellularum efformatus; *peristomium* duplex; *exostomii* dentes lutei, margine hyalini et superne serrulati, lanceolati 0,5 mm. longi et 0,095 mm. lati, papillosi, dense striolati et lamellati, linea media flexuosa notati; *endostomium* sordide luteum, papillosum; processus carinati, angustissime perforati; cilia bina, elongata, subappendiculata; *spori* 0,010

—0,015 mm., virides, papillosi; *operculum* aurantiacum, conicum, acute apiculatum. Calyptra ignota.

Cauc. major centr.: Ossetia, Mleti ad fl. Aragva, in terra argillosa humida regionis silvaticae mediae parce.

Ab *Amblystegio Kochii* Br. eur. proximo foliis brevioribus et latioribus, laxius reticulatis et seta multo breviore differt. A formis minoribus *Amblystegii riparii* (L.) cellulis multo laxioribus jam recedit.

308. **Amblystegium curvipes** Br. Eur.

Tiflis (Steven!). Fertile.

309. **Amblystegium chrysophyllum** (Brid.) De N.

Syn. Hypnum chrysophyllum Brid.

Ad rupes calcareas regionis silvaticae inferiorioris et mediae, rarissime etiam superioris. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion; Letschgum, Lailaschi; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

310. **Amblystegium protensum** (Brid.) Lindb.

Syn. Hypnum protensum Brid.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kadlasen, in terra regionis alpinae. Sterile.

311. **Amblystegium stellatum** (Schreb.) Lindb.

Syn. Hypnum stellatum Schreb.

Locis humidis et ad ligna a regione silvatica media usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor supra fontes fl. Kliutsch, in humentibus alpinis 23—2,400 m. (E. L. n. 466!); Radscha, Oni, Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Khtsoue et Koschka, ut etiam in montibus Suarkom et Kadlasen ad fl. Didi Liachva, Lars et in monte Zomorasch ad fl. Terek.

312. **Amblystegium polygamum** Br. Eur.

Syn. Hypnum polygamum Schimp.

var. **brevicuspes** Lindb.

Folia ovato-lanceolata, breviter acuminata.

Cauc. major centr.: Ossetia, Gudaur, loco paludoso regionis alpinae. Sterile.

313. **Amblystegium glaucum** (Lam.) Lindb.

Syn. Hypnum commutatum Hedw.

Ad scaturigines calciferos et ad rupes calcareas irroratas a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in monte granitico inter juga Kluchor et Nachar, ad rivulos 26—2,700 m. (Sommier n. 488!); Imeretia, Mekvena, et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri, inter Uzeri et Glola, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, Laschketi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, inter Koschka et Roki ad fl. Didi Liachva, ad pagum Kasbek.

Cauc. major or.: Dagestania, Schauri 200 m. circ. (Ruprecht!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

var. **decipiens** (De N.) Lindb.

Syn. Thyidium decipiens De N.

Cauc. major occ.: Svania, Laschketi, ad scaturiginem regionis subalpinæ. Sterile.

* **Amblystegium falcatum** (Brid.) Lindb.

Syn. Hypnum falcatum Brid.

In udis et in rivulis regionis alpinæ. Sterile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in monte granitico inter juga Kluchor et Nachar, ad rivulos 26—2,700 m. (Sommier n. 488!); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, in rivulis jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken 21—2,200 m. (E. L. n. 337!). in rivulum alpinum pr. moles glaciales montis Tetnuld, supra Kala et Ipar 2,200 m. circ. (n. 168!) et in rivulis alpinis jugi Utbiri inter flumina Nakra et Neuskra 23—2,500 m. (n. 281!), Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Roki et Edisi, ut etiam in montibus Suarkom et Kadlasen ad fl. Didi Liachva. Lars et Kasbek ad fl. Terek, Gudchevi ad fontes fl. Aragva.

* **Amblystegium irrigatum** (Zett.) Lindb.

Syn. Hypnum irrigatum Zett.
Hypnum napaeum Limpr.

Cauc. major occ.: Radscha, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali, in rivulo regionis alpinæ. Sterile.

314. **Amblystegium uncinatum** (Hedw.) De N.

Syn. Hypnum uncinatum Hedw.
Amblystegium aduncum Lindb.

Ad truncos arborum, ad rupes et in terra a regione silvatica media usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus in convalle Kükürtli 15—1,800 m. (E. L. n. 606! 656!) et in silva ad ripam dextram fl. Tieberda 1,550 m. (n. 546!); in jugo alpino inter fl. Neuskra et Seken ad Svaniae confine occid. 24—2,600 m. (E. L. n. 383!); Svania, in silvis editioribus montis Tetenar 1,800 m. (E. L. n. 120!), Laschketi; Radscha, Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue-Koschka-Roki-Edisi et in montibus Kadlasen et Suarkom ad fl. Didi Liachva, in montibus Kasbek et Zomorasch ad fl. Terek, Gudchevi ad fontes fl. Aragva; Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan.

Cauc. major or.: Dagestania, Gudaur Dagh c. 2,900 m., in monte Botphag c. 3,000 m. et in monte Bogos c. 2,400 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor occ.: Adjaria, in reg. silv. super. ad Khauli Pereval, supra pagum Danais Para-ul (E. L. n. 43!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, inter Bakuriani et Tabiszchuri, ad lacum Tabiszchuri.

315. **Amblystegium intermedium** (Lindb.) Lindb.

Syn. Hypnum intermedium Lindb.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus, in media convalle Kükürtli 15—1,800 m. (E. L. n. 658!). Sterile.

316. **Amblystegium fluitans** (L.) De N.
var. **exannulatum** (Br. Eur.)

Syn. Hypnum exannulatum Br. eur.

Cauc. major occ.: Svania, in uliginosis jugi alpini inter flumina Nakra et Neuskra (Utbiri Pereval) 22—2,600 m. (E. L. n. 272! 382!). Sterile.

317. **Amblystegium Kneiffii** Br. Eur.

Syn. Hypnum aduncum Hedw.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

318. **Amblystegium dilatatum** (Wils.) Lindb.

Syn. Hypnum dilatatum Wils.

Ad saxa rivulorum regionis alpinae. Sterile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in monte granitico inter juga Kluchor et Nachar (E. L. n. 494!); Svania, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad rivulos, 24—2,600 m. (E. L. n. 377!); Radscha, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus pr. Lars ad fl. Terek.

319. **Amblystegium ochraceum** (Turn.) Lindb.

Syn. Hypnum ochraceum Turn.

Cauc. major occ.: Svania, ad rivulos alpinos jugi Utbiri inter flumina Nakra et Neuskra 23—2,500 m. (E. L. n. 280!). Sterile.

320. **Amblystegium palustre** (Huds.) Lindb.

Syn. Hypnum palustre Huds.

Ad saxa rivulorum ut etiam ad saxa irrorata calcarea a regione silvatica inferiore usque in alpinam inferiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon.

var. **subsphæricarpon** (Schleich.) Lindb.

Ad saxa inundata fluviorum regionis silvaticæ mediæ et superioris, uberrime fertile.

Cauc. major occ.: Svania, pr. pagum Tscholuri 920 m. circ. (E. L. n. 111!); Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Kobi et Abano, ad saxa fl. Terek.

63. Hypnum Dill., Mitt.

321. Hypnum purum L.

In umbrosis humidis planitiei pr. Elisabethpolin (Kolenati!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, in pineto regionis silvaticae mediae. Sterile.

Cauc. minor or.: in reg. silv. montis Ssarial (Kolenati!).

322. Hypnum striatum Schreb.

Syn. Eurrhynchium striatum Br. eur.

In terra silvatica, ad radices arborum, rarius etiam in fissuris rupium a regione silvatica inferiore usque in superiorem.

Cauc. major occ.: Abhasia, in arboribus putrescentibus versus montem Hirtscha et pr. Suchum-Kalé (Döll. et Nordm.!), secus fl. Kliutsch, ad silvae marginem 12—1,500 m. (E. L. n. 452!); Imeretia, Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Oni, Uzeri, inter Glola et Mamisson; Svania, Lentechi et Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue et inter Khtsoue et Roki ad fl. Didi Liachva, Balta et Lars ad fl. Terek.

Tiflis (Kolenati!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

Cauc. minor or.: in silvis circa originem Kjurak fluvii pr. Murov et in monte Ssarial c. 2,400 m. (Kolenati!).

323. Hypnum striatulum Spruc.

Syn. Eurrhynchium striatulum Br. eur.

Ad rupes calcareas regionis silvaticæ inferioris. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena, Atschara et Tsessi ad fl. Rion; Letschgum, Muri.

324. **Hypnum Stokesii** Turn.

Syn. Eurrhynchium Stokesii Br. eur.

Tiflis (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

325. **Hypnum strigosum** Hoffm.

Syn. Eurrhynchium strigosum Br. eur.

In fissuris rupium et in terra silvatica humosa a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor supra fontes fl. Kliutsch 22—2,400 m. (E. L. n. 461!); Kuban, inter Indisch et Kriepost (distr. Batalpaschinsk) 900 m. circ. (E. L. n. 664!); Svania, Laschketi; Imeretia, Oprtscheti et Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, inter Roki et Edisi ad fl. Didi Liachva, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Schemacha (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Abas Tuman, ad lacum Tabiszchuri.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

var. **præcox** (Sw.) Wahlenb.

Locis apertis, siccis, arenosis a regione silvatica media usque in alpinam.

Cauc. major occ.: Radscha, Oni, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

var. **diversifolium** (Br. Eur.) Lindb.

Syn. Eurrhynchium diversifolium Br. eur.

Locis humidiusculis, parce graminosis regionis alpinæ.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor supra fontes fl. Kliutsch 23—2,450 m. (E. L. n. 470 a!); Mamisson, ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek.

326. **Hypnum praelongum** L.

Syn. Eurrhynchium praelongum Br. eur.

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

327. **Hypnum Swartzii** Turn.

In terra argillosa et calcarea umbrosa et in fissuris rup. calcar. regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Kutais, Oprtscheti, Tschvischi et Tsessi ad fl. Rion; Letschgum, Muri; Radscha, Oni et Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Vladikavkas et Balta ad fl. Terek, Khtsoue ad fl. Didi Liachva.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.



328. **Hypnum hians** Hedw.

Ad rupes umbrosas calcareas regionis silvaticæ inferioris. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena et Atschara ad fl. Rion.

329. **Hypnum crassinervium** Tayl.
Syn. Eurrhynchium crassinervium Br. eur.

Ad rupes umbrosas calcareas regionis silvaticae inferioris et mediæ. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Kutais, Oprtscheti, Mekvena, inter Mekvena et Atschara, Atschara et Tschvischi ad fl. Rion; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek.

330. **Hypnum filiforme** Lam.
Syn. Eurrhynchium velutinoides Br. eur.

Cauc. major occ.: Abhasia, prope Suchum-Kalé, Bambori et Drandarium, ad truncos arborum haud infrequens (Döll. et Nordm.!). Fertile.

331. **Hypnum Teesdalei** Sm.
Syn. Eurrhynchium Teesdalei Schimp. syn. ed II.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion, ad rupes humidas calcareas regionis silvaticæ inferioris. Fertile.

332. **Hypnum piliferum** Schreb.
Syn. Eurrhynchium piliferum Br. eur.

In silva pr. orig. fl. Kjurak pr. Murov (Kolenati!).

333. **Hypnum cirrosum** Schwægr.

Ad rupes schistosas regionis silvaticæ superioris et alpinæ. Sterile.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad pagum Kasbek pr. fl. Terek et in montibus Kadlasen et Suarkom ad fl. Didi Liachva.

334. **Hypnum rusciforme** Neck.

Syn. Rhynchostegium rusciforme Br. eur.

Ad saxa rivulorum regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Sterile.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occ. m. Elbrus, in media convalle Kükürtli 15—1,800 m. (E. L. n. 661!); Imeretia Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Oni; Svania, in jugo Latpari 13—1,600 m. (E. L. n. 138!).

Cauc major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Kodschori pr. Tiflis (Ruprecht!).

335. **Hypnum murale** Neck.

Syn. Rhynchostegium murale Br. eur.

Ad saxa et rupes umbrosas calcareas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad castellum Pizunda (Döll. et Nordm.!); Imeretia, Mekvena ad fl. Rion; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon, Balta ad fl. Terek.

Cauc. minor or.: in regione Hatiss montis Ssarial (Kolenati!).

336. **Hypnum rotundifolium** Scop.

Syn. Rhynchostegium rotundifolium Br. eur.

Ad rupes calcareas umbrosas regionis silvaticae inferioris. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Kutais et Mekvena ad fl. Rion, Radscha, Uzeri.

337. **Hypnum megapolitanum** Bland.

Syn. Rhynchostegium megapolitanum Br. eur.

Cauc. minor or.: in humidis promontorii Murgus et Kotschkar (Kolenati!).

338. **Hypnum confertum** Dicks.

Syn. Rhynchostegium confertum Br. eur.

Cauc. major occ.: Abhasia, in arboribus pr Suchum-Kalé (Döll. et Nordm.!). Fertile.

339. **Hypnum algierianum** Brid.

Syn. Rhynchostegium tenellum Br. eur.

Ad rupes umbrosas calcareas regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena, Atschara et Tschvischi ad fl. Rion; Letschgum, Muri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek.

Tiflis (Kolenati!).

340. **Hypnum velutinum** L.

Syn. Brachythecium velutinum Br. eur.

Ad radices et truncos arborum, ad rupes et in terra a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena, Tschvischi et Tola ad fl. Rion; Svania, Laschketi; Radscha, Oni, Mamisson.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Lars et Kasbek ad fl. Terek, Mleti ad fl. Aragva.

Cauc. minor occ.: Adjaria (distr. Batum), in reg. silvarum superiore ad Khauli Pereval, supra pagum Danais Para-ul (E. L. n. 44!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, inter Borschom et Bakuriani.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial c. 2,400 m. (Kolenati!).

341. **Hypnum trachypodium** (Brid.) C.-Müll.

Syn. Brachythecium trachypodium Br. eur.

In fissuris rupium regionis alpinæ. Fertile.

Cauc. major occ.: Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad mare glaciale Zei et in monte Kasbek.

Cauc. major or.: Tuschetia, in monte Dano (Ruprecht!).

342. **Hypnum collinum** Schleich.
Syn. Brachythecium collinum Br. eur.

In fissuris et cryptis rupium regionis silvaticæ superioris et alpinæ. Sterile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor supra fontes fluminis Kliutsch 23—2,450 m. (E. L. n. 470!).

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Kobi et in monte Kasbek ad fl. Terek, in monte Zomorasch ad fontes fl. Terek.

343. **Hypnum pseudoplumosum** Brid.
Syn. Brachythecium plumosum Br. eur.

Cauc. major occ. Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek.

344. **Hypnum viride** Lam.
Syn. Brachythecium populeum Br. eur.

Ad rupes siliceas umbrosas et ad truncos arborum a regione silvatica inferiore usque in silvaticam superiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, Suchum-Kalé et Drandarium (Döll. et Nordm.!), in silva primaevia ad ripam sinistram fluminis Seken 1,000 m. circ. (E. L. n. 428!); Svania, in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 221—224! 229!), pr. pagum Tscholuri 1,150 m. circ. (n. 110!), in jugo montano inter Enasch (Latal) et Betscho 15—1,600 m. (n. 195!) et in silvis primaeviis supra ripam dextram fluminis Neuskra 16—1,800 m. (n. 321!), Lentechi; Radscha, Uzeri et Oni; Imeretia, Kutais, Oprtscheti et Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue, Roki-Edisi-Ermani et in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva, Vladikavkas, Balta, Lars, Kasbek, et Kobi ad fl. Terek, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon, ad mare glaciale Zei, Gudchevi et Gudaur ad fontes fl. Aragva.

Cauc. minor occ.: Adjaria, Batum (Kaernbach ex C. Müll. l. c.), et inter Batum et Keda (E. L. n. 28!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: ad fl. Gaendscha (Kolenati!).

345. **Hypnum molliculum** Lindb. n. sp. in sched.

Dioicum; caespitosum, caespitibus densis, mollibus, lutescenti-viridibus, nitidis; *caulis* gracilis, repens, par totam longitudinem hic illic plus minusve

dense atropurpurpureo-radiculosus, dense pinnatim ramulosus, ramulis densifoliis, 5—6 mm. longis, strictiusculis, teretibus, acutiusculis; *folia* sicca imbricata, humida patentia, haud decurrentia, anguste oblongo-lanceolata, subito longe acuminata, acumine subpiliformi, plerumque semitorto, haud vel vix sulcata, 1,5—1,7 mm. longa et 0,3 mm. circ. lata, marginibus planis, superne minute denticulatis, nervo viridi, basi c. 0,05 mm. lato, superne multo angustiore, usque ad basin acuminis producto, cellulis linearibus, basilaribus infimis brevioribus et latioribus, angularibus sat numerosis, quadratis; *bracteae perichaetii* erectae, lanceolatae, longe et anguste acuminatae, integerrimae, laxius areolatae, nervo breviore, paraphyses filiformes numerosas et archegonia pauca includentes; *seta* brevissima, ad 5 mm. usque alta, tenuis, ubique scaberrima, purpurea. Caetera ignota.

Cauc. major occ.: Radscha, Oni, ad ligna regionis silvaticae inferioris. Cum fructibus nondum evolutis. Gracilitate, mollitie, inflorescentia dioica et seta brevissima, asperrima ab omnibus congeneribus optime diversa.

346. **Hypnum reflexum** Stark.

Syn. Brachythecium reflexum Br. eur.

Cauc. major occ.: Svania, in silvis pr. ripam sinistram fluminis Neuskra 1,000—1,100 m. (E. L. n. 315!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri, in terra graminosa regionis subalpinæ parce.

347. **Hypnum Starkei** Brid.

Syn. Brachythecium Starkei Br. eur.

Ad truncos Fagorum et in terra a regione silvatica media usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri; Svania, in silvis ad orientem fluminis Neuskra 1,000—1,100 m. (E. L. n. 304!) et in silvis editioribus montis Tetenar 1,800 m. (E. L. n. 120 p. p.!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek.

348. **Hypnum campestre** Bruch.

Syn. Brachythecium campestre Br. eur.

Cauc. major occ.: Svania, in terra humosa regionis silvaticae mediae ad viam inter Tscholuri et Laschketi. Fertile.

Tiflis (Steven!). Fertile.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

349. **Hypnum rutabulum** L.

Syn. Brachythecium rutabulum Br. eur.

Ad rupes umbrosas, ad truncos arborum et ad ligna putrida a regione silvatica inferiore usque in silvaticam superiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in silva ad ripam dextram fl. Tieberda 1,550 m. (E. L. n. 541!); Abhasia, Suchum-Kalé, Drandarium, Gelentschik, Bambori et versus montem Hirtscha (Döll. et Nordm.!), in silva primaevia prope confluent. fluminum Seken et Kliutsch 800 m. circ. (E. L. n. 430!); Imeretia, Oprtscheti, Mekvena, Atschara et Tschvischi ad fl. Rion; Radscha, Oni, Uzeri, Gebi (Frick!), inter Glola et Mamisson; Letschgum, Muri; Svania, in silva pr Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 210! 218! 228 bis!) et in silvis pr. fl. Neuskra 1,000—1,100 m. (n. 303!), Lentechi et Laschketi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue et inter Khtsoue et Roki ad fl. Didi Liachva, Vladikavkas, Balta, Lars et Kasbek (Kolenati!) ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

Cauc. minor or.: in monte Salvat pr. Nucha, in monte Ssarial et pr. fl. Gaendscha (Kolenati!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

var. **robustum** Schimp.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, ad rupes schistosas regionis silvaticæ inferioris.

350. **Hypnum rivulare** Bruch.

Syn. Brachythecium rivulare Br. eur.

Locis scaturiginosis et in rivulis regionis silvaticæ superioris et alpinæ. Sterile.

Cauc. major occ.: Kuban, ad ripam dextram fluminis Tieberda 14—1,500 m. (E. L. n. 555!); Svania, in rivulis alpinis jugi Utbiri 22—2,400 m. (E. L. n. 273!), in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 24—2,600 m., ad rivulos (E. L. n. 376!); Radscha, Oni, inter Glola et Mamisson, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Gudchevi ad fontes fl. Aragva.

351. **Hypnum salebrosum** Hoffm.

Syn. Brachythecium salebrosum Br. eur.
Hypnum plumosum Huds.

Ad truncos arborum, rarius etiam ad rupes et in terra, a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 529!); Abhasia, prope Drandarium (Döll. et Nordm.!), in silva primaevia supra ripam orientalem fluminis Seken 11—1,200 m. (E. L. n. 414!); Svania, in silvis ad ripam laevem fl. Nakra (E. L. n. 266!), ad occid. ejusdem fluminis, in silvis editioribus secus rivum Tschilar 1,800 m. circ. (n. 271!), in silvis jugi montani inter Enasch (Latal) et Betscho 15—1,600 m. (n. 196!), ad limitem superiorem silvarum jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken 2,900 m. (n. 334!); Radscha, Oni et Uzeri; Imeretia, Kutais (Kaernbach ex C. Müll. l. c.), Tschvischi ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue et in montibus Suarkom et Kadlasen ad fl. Didi Liachva, Vladikavkas, Balta et Kasbek (Ruprecht!) ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Tuschetia, in monte Sadischi (Ruprecht!), Avaria, in monte supra Chundsuch 1,800 m. circ. (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, inter Borschom et Bakuriani, Abas Tuman.

Cauc. minor or.: in rupibus montis Ssarial (Kolenati!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

352. **Hypnum albicans** Neck.

Syn. Brachythecium albicans Br. eur.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion, in terra arenosa regionis silvaticae inferioris. Sterile.

353. **Hypnum glareosum** B. S.

Syn. Brachythecium glareosum Br. eur.

In terra arenosa silvarum, in terra graminosa, rarius etiam ad rupes a regione silvatica inferiore usque in silvaticam superiorem.

Cauc. major occ.: Letschgum, Lailaschi; Radscha, Oni.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, in montibus Lagermanzech et Suarkom ad fl. Didi Liachva, Balta,

Lars, Kasbek, Kobi (f. *julacea*) et in monte Zomorasch ad fl. Terek, Mleti ad fl. Aragva.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

354. **Hypnum euchloron** Bruch.

Syn. Eurrhynchium euchloron Jur. et Mild.

„*Caespites* laxi tumescentes, pallide olivaceo-vel lutescenti-virides. *Caulis* primarius repens stoloniformis, secundarius prostratus, crassus, fragilis, vage ramosus, fasciculato-vel subpinnatim ramulosus, ramulis inaequalibus plus minus curvatis et apice secundo-incurvis, raro flagelliformibus. Paraphyllia nulla. *Folia* conferta, secunda et falcato-secunda, pluries plicato-striata, caulina e lata et perlata obcordata basi lanceolata, ramulina ex ovato lanceolata, utraque longe acuminata, toto margine subplano argute serrata, costa tenui infra apicem evanida, areolatione densa angusta vermiculari-lineari, ad angulos minute quadrato-rotundata. *Flores* dioici; masculi in ramis et ramulis sparsi, minuti, antheridiis paraphysatis. Folia perichaetialia erecto-patentia, interna elongato-lanceolata subito fere in acumen longum producta, tenui-costata, vix sulcata. Ramulus perichaetialis eradiculosus. *Capsula* in pedicello elongato laevi oblonga, incurvo-cernua, deoperculata sub ore leniter constricta, *operculo* subulirostro, *annulo* lato composito. *Peristomii dentes* externi ferruginei, apice pallidi, processus rimosi, ciliis nodulosis". Jur. et Mild. l. c.

Ad truncos arborum frondosarum et ad rupes umbrosas schistosas et calcareas regionis silvaticæ inferioris. Rarius fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, Suchum-Kalé, Gelentschik, versus montem Hirtscha e. a. l. (Döll. et Nordm.!); Imeretia, Kutais, Oprtscheti, Mekvena, Atschara; Tschvischi ad fl. Rion; Radscha, Oni, Uzeri; Letschgum, inter Muri et Lentechi. (V. F. B.! E. L. n. 75!).

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll., E. L. n. 18!) et in rupibus ad fl. Adjari Tskhali inter Batum et Keda (E. L. n. 26!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Talysch: Lenkoran (C. A. Meyer! Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

355. **Hypnum lutescens** Huds.

Syn. Camptothecium lutescens Br. eur.

Cauc. major occ.: Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali in terra graminosa regionis alpinæ.

Tiflis (Steven!), Elisabethpol (Kolenati!).

356. **Hypnum (Pleuropus) caucasicum** Lindb. n. sp. in sched.

Dioicum; caespitosum, caespitibus densis, late extensis, lutescenti-viridibus, nitidis; *caulis* repens, flexuosus, per totam longitudinem plus minusve dense brunneo-radiculosus, paraphylliis sat numerosis, diversiformibus instructus, dense pinnatim ramulosus, ramulis densifoliis, ad 1 cm. usque longis, strictis, teretibus, acutis; *folia* subscariosa, sicca imbricata, humida erecto-patentia, longe decurrentia, ovato-lanceolata, sensim longe et anguste acuminata, pluries et profunde sulcata, integerrima, marginibus a basi fere ad apicem revolutis, nervo viridi, basi c. 0,06 mm. lato, infra apicem evanido, cellulis angustissimis, vermiculari-linearibus, basilaribus infimis brevioribus et latioribus, angularibus sat numerosis, quadratis; *bracteae perichaetii* e basi late vaginante subito longe setaceae, squarrosae, haud sulcatae, integerrimae, marginibus planis, enerves, archegonia numerosa paraphysesque numerosas, filiformes includentes; *seta* ad 1 cm. usque alta, rubra, ubique scaberrima; *theca* cernua vel suberecta, oblonga, asymmetrica, c. 1,5 mm. alta, fusca; *annulus* persistens; *peristomium* duplex; *exostomii* dentes dolabriformes, aurantiaci, dense lamellati, linea media flexuosa notati, densissime striolati et papillosi, apice hyalini, laevissimi, 0,55 mm. longi et 0,075 mm. lati; *endostomium* papillosum, sordide lutescens, processus anguste perforati, ciliis singulis vel binis, brevibus interpositis; *spori* 0,017—0,02 mm., virides, papillosi; *operculum* e basi convexo-conico brevissime et late obtuso-rostratum. *Calyptra* ignota.

Planta mascula minutissima, gemmiformis, in planta feminea vigens, bracteis ovatis, plus minusve acuminatis, integris, laxe reticulatis.

Ad truncos Fagorum, ad saxa et ad rupes siliceas a regione silvatica media usque in alpinam. Raro fertile.

Cauc. major occ.: Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, in silvis ad ripam laevem fluminis Neuskra 1,000—1,100 m. (E. L. n. 306!), Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Roki et Edisi et in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva, in monte Kasbek et in monte Zomorasch ad fl. Terek, in montibus pr. pagum Tib.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, inter Bakuriani et Zchra Zchraros, ad lacum Tabiszchuri.

Species foliis integerrimis, marginibus fere ad apicem revolutis setaque brevi insignis. Variat in alpinis statura minore, ramulis densissimis et foliis brevius acuminatis.

357. **Hypnum Philippeanum** (Spruc.) C.-Müll.
Syn. Homalothecium Phil ppeanum Br. eur.

Ad truncos arborum frondosarum et ad rupes umbrosas praecipue calcareas a regione campestri usque in silvaticam superiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 509!); Abhasia, in silva primaevia ad ripam or. fluminis Seken 11—1,200 m. (E. L. n. 407!); Imeretia, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Oni et Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue et inter Roki et Edisi ad fl. Didi Liachva, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, ad St. Nicolai et inter Alagir et Unal ad fl. Ardon; Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan.

Gori.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Achalzich et Abas Tuman.

358. **Hypnum sericeum** L.
Syn. Homalothecium sericeum Br. eur.

Ad truncos arborum frondosarum et ad rupes, præcipue calcareas a regione campestri usque in silvaticam superiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad fl. Apsæh (Döll. et Nordm.!); Imeretia, Oprtscheti, Mekvena, Atschara, Tschvischi et Tsessi ad fl. Rion; Letschgum, Muri; Radscha, Oni et Uzeri; Svania, in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 209!) et ad Tscholuri 900—950 m. (n. 102!), Laschketi et Lentechi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Balta et Kobi ad fl. Terek.

Tiflis et Elisabethpol (Kolenati!).

Cauc. minor occ.: Adjaria, Schvachevi, in rup. reg. silv. mediae (E. L. n. 60!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Achalzich.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial c. 2,700 m. (Kolenati!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

64. Lescuraea Br. Eur., Lindb.

359. **Lescuraea plicata** (Schleich.) Lindb.
Syn. Ptychodium plicatum Schimp.

In terra graminosa regionis subalpinæ et alpinæ. Sterilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus Kadlasen et Suarkom ad fontes fl. Didi Liachva, in monte Kasbek ad fl. Terek. Gudaur et Gudchevi ad fontes fl. Aragva.

360. **Lescuraea filamentosa** (Dicks.) Lindb.

Syn. Pseudoleskea atrovirens Br. eur.

Ad saxa et ad truncos Fagorum regionis silvaticae superioris et alpinae. Raro fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 578!); Abhasia, in summo jugo Kluchor, supra moles glaciales 26—2,700 m. (E. L. n. 475!); Svania, in silvis ad orientem fl. Neuskra 12—1,400 m. (E. L. n. 308!) et in silvis prope ripam sinistram ejusdem fluminis 11—1,200 m. (n. 317!), in silvis editioribus montis Tetenar 1,800 m. circ. (E. L. n. 132!), ad limitem superiorem silvarum jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken 2,000—2,100 m. (n. 331!) et in jugo alpino inter Svaniam occid. et Abhasiam supra fl. Seken 24—2,600 m. (n. 355!); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus Kadlasen, Suarkom et Lagermanzech ad fl. Didi Liachva, inter Afzag et Gudchevi.

Cauc. major or.: Dagestania, versus fontes fl. Samur in monte Gudur Dagh 2,800 m. circ. (Ruprecht!).

Cauc. minor occ.: Adjaria, in regione silvarum superiore ad Khauli Pereval, supra pagum Danais Para-ul (E. L. n. 47! 48!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri.

var. **brachyclados** (Schwaegr.)

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Afzag et Gudchevi, ad saxa regionis alpinae. Fertile.

361. **Lescuraea striata** (Schwaegr.) Br. Eur.

Cauc. major occ.: Svania, in silva prope ripam laevem fluminis Neuskra 1,000—1,100 m. (E. L. n. 311!), in jugi Utbiri silvis editioribus ad orientem fluminis Neuskra 18—2,000 m. (n. 295!) et ad occid. fl. Nakra secus rivulum

Tschilar 1,800 m. (n. 271!), Laschketi, ad ramulos fruticum regionis subalpinae. Fertilis.

362. **Lescuraea saxicola** Mol.

Ad saxa silicea regionis alpinae. Sterilis.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occid. montis Elbrus, in alta convalle Kükürtli 2,300 m. circ. (E. L. n. 616!), in jugo alpino inter Svaniam et Abhasiam, supra fl. Seken 24—2,600 m. in rupibus (E. L. n. 354!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Lagermanzech ad fl. Didi Liachva, inter Afzag et Gudchevi, in monte Kasbek, inter pagum et mare glaciale Zei.

Cauc. major centr. Carthalinia, inter Zchra Zchraros et lacum Tabiszchuri.

65. Isothecium Brid., Br. Eur.

363. **Isothecium viviparum** (Neck.) Lindb.

Syn. Isothecium myurum Brid.

Ad radices et truncos arborum ut etiam ad rupes umbrosas a regione silvatica inferiore usque in superiorem. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, versus montem Hirtscha (Döll. et Nordm.!), in silva primaevia supra ripam or. fl. Seken 11—1,200 m. (E. L. n. 415!); Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Radscha, Oni, Uzeri, inter Uzeri et Mamisson usque ad limitem arborum.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue-Roki-Edisi ad fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei, Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor occ.: Batum, in truncis arborum silvae litoreae (E. L. n. 22!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom-Tabiszchuri usque ad limitem arborum, Abas Tuman, Tiflis (Kolenati!).

Cauc. minor or.: in monte Ssarial usque ad 2,700 m. et in monte Salvat pr. Nucha (Kolenati!).

66. Pterygynandrum Hedw., Br. Eur.

364. **Pterygynandrum decipiens** (W. M.) Lindb.

Ad truncos arborum et ad rupes regionis silvaticae superioris et alpinae. Raro fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 535!) et in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (n. 574!); Svania, in silvis abietinis secus flumen Ingur, inter Kala et Ipar 15—1,600 m. circ. (E. L. n. 172!) et in silvis jugi montani inter Enasch (Latal) et Betscho 15—1,600 m. (n. 194!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad viam inter Bakuriani et Zchra Zchraros.

* **Pterygynandrum filiforme** (Timm.) Lindb.

Ad truncos arborum frondosarum, rarius etiam ad rupes siliceas a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, versus montem Hirtscha (Döll. et Nordm.!), in silva primaevia ad ripam sinistram fluminis Seken 8—900 m. (E. L. n. 422!); Svania, in silva prope Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 203!), in jugo Latpari, in alpinis declivii merid. ad 2,100 m. circ. (n. 152!), in silva abiegna prope Ipral supra Kala 18—1,900 m. (n. 164!) et in silvis inferioribus ad ripam orientalem fluminis Neuskra 1,000—1,100 m. (n. 301!), Laschketi; Radscha, Uzeri-Mamisson usque ad arborum limitem.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue-Roki-Edisi ad fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei.

Tiflis (Kolenati!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Tiflis, Borschom et ad lacum Tabiszchuri.

67. Fabbronia Raddi.

365. **Fabbronia octoblepharis** Schleich.

Ad truncos arborum et in fissuris rupium regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta et Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

68. Anacamptodon Brid.

366. **Anacamptodon splachnoides** (Schw.) Brid.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri, ad truncum Ulmi regionis silvaticæ mediæ. Fertilis.

16

17. STEREODONTACEÆ.

69. Myurella Br. Eur.

367. **Myurella julacea** (VILL.) BR. EUR.

Ad rupes, præcipue schistosas regionis silvaticæ superioris et alpinæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, Koschka.

Cauc. major or.: Dagestania, in montibus supra Chunsach Avariæ c. 1,800 m. (RUPRECHT!).

70. Heterocladium Br. Eur.

368. **Heterocladium squarrosulum** (VOIT.) LINDB.

Syn. Heterocladium dimorphum Br. eur.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek et inter Afzag et Gudchevi, in terra regionis alpinæ. Sterile.

71. Hylocomium Br. Eur.

369. **Hylocomium umbratum** (EHRH.) BR. EUR.

Cauc. major occ.: Svania, Laschketi, in abiegno regionis silvaticæ superioris, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken, ad limitem super. silvarum supra Neuskram 2,100 m. (E. L. n. 324! 327!); Abhasia, in silva primaevia supra ripam or. fluminis Seken 11—1,200 m. (E. L. n. 417!). Fertile.

370. **Hylocomium pyrenaicum** (SPRUC.) LINDB.

Syn. Hylocomium Oakesii Schimp.

Locis graminosis regionis silvaticæ superioris et alpinæ. Sterile.

Cauc. major occ.: Svania, Laschketi; Radscha, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei, Lars ad fl. Terek, in alpibus ex oriente pagi Kasbek (KOLENATI!), in monte Kasbek.

371. **Hylocomium brevirostre** (Ehrh.) Br. Eur.

Cauc. major occ.: Svania, Lentechi, ad rupes schistosas regionis silvaticæ inferioris. Sterile.

372. **Hylocomium proliferum** (L.) Lindb.

In pinetis et abiegnis ut etiam in graminosis alpinis. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 563!); Svania, Lentechi, Laschketi in silvis abiegnis secus fl. Ingur inter Kala et Ipar 15—1,600 m. (E. L. n. 179!); Radscha, Uzeri-Mamisson.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue-Roki-Edisi et in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei, Lars, in monte Kasbek et pr. Kobi ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, ad pedem montis Botphag c. 2,000 m. et in montibus Bogos c. 2,400 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Tiflis in silvis (Ruprecht!), Borschom-Bakuriani-Tabiszchuri.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial c. 2,700 m. (Kolenati!), in silvis frond. ad fl. Kotschkar in monte Guög-Dagh (Kolenati!).

373. **Hylocomium parietinum** (L.) Lindb.

In pinetis et abiegnis, ut etiam in pascuis alpinis.

Cauc. major occ.: Abhasia, Akugru c. 1,500 m. in monte Elbrus (C. A. Meyer!); Svania, Laschketi et Lentechi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue-Roki-Jedisi in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei, ad pagum et in monte Kasbek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial c. 2,700 m. (Kolenati!).

374. **Hylocomium triquetrum** (L.) Br. Eur.

In terra silvatica, in nemoribus et in graminosis alpinis a regione silvatica media usque in alpinum. Raro fertile.

Cauc. major occ.: Radscha, Oni-Uzeri-Mamisson; Svania, in monte Tetenar 1,800 m. circ. (E. L. n. 116!), Laschketi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue-Roki-Edisi et in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei, Balta, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, ad pedem montis Botphag c. 2,100 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom-Tabiszchuri usque ad limitem arborum.

Cauc. minor occ.: Artvin (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

Cauc. minor or.: ad originem fl. Kjurak pr. Murov et in monte Ssarial (Kolenati!).

375. **Hylocomium rugosum** (L., Oed.) De N.

In terra sicca calcarea, ad rupes præcipue calcareas, rarius etiam in pinetis a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Sterile.

Cauc. major occ.: Kuban, in monte Elbrus (C. A. Meyer!), ad radices sept. occ. montis Elbrus in convalle Kükürtli, ad limitem super. *Pini silvestris* 2,300 m. circ. (E. L. n. 614!), et in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (n. 568!); Abhasia, Akugru c. 1,500 m.; Imeretia, Atschara et Tschvischi ad fl. Rion; Svania, in jugo Latpari 2,100 m. circ. (E. L. n. 151!), Laschketi; Radscha, Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali, pr. Bravardzelli (Frick!).

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, ad mare glaciale Zei, Balta, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, in rupibus Schauri c. 1,400 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Cauc. minor or.: in monte Ssarial c. 2,400 m. (Kolenati!).

72. **Campylium** (Sull.) Mitt.

376. **Campylium hispidulum** (Brid.) Mitt.

var. **Sommerfeltii** (Myr.) Lindb.

Syn. Hypnum Sommerfeltii Myr.

Ad rupes umbrosas calcareas et ad ligna putrida regionis silvaticæ inferioris et mediæ.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena, Atschara et Tschvischi ad fl. Rion; Letschgum, Muri; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta et Lars ad fl. Terek, Khtsoue ad fl. Didi Liachva.

Cauc. major or.: Kachetia, (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Kodschori pr. Tiflis (Ruprecht!), Borschom et inter Borschom et Bakuriani.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

73. Ctenidium (Schimp.) Mitt.

377. Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.

Syn. Hypnum molluscum Hedw.

Ad rupes et saxa præcipue calcarea a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri et Oni; Svania, Laschketi; Abhasia, in silva primaevia supra ripam or. fluminis Seken 11—1,200 m. (E. L. n. 419!), in jugo Kluchor supra fontes flum. Kliutsch, ad rivulos 23—2,400 m. (n. 472!) et in summo jugo Kluchor, supra moles glaciales lateris asiatici 25—2,700 m. (n. 478!) et secus fl. Kliutsch, ad marginem silvae 13—1,500 m. (n. 453!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue, ut etiam inter Koschka et Roki ad fl. Didi Liachva, Balta, Lars et Kasbek ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Tiflis (Wilhelms!), Borschom.

Cauc. minor or.: in monte Salvat pr. Nucha et in silvis circa orig. fl. Kjurak pr. Murov (Kolenati!).

378. Ctenidium procerrimum (Mol.).

Syn. Hypnum procerrimum Mol.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kadlasen ad fontes fl. Didi Liachva, in detritu schistoso graminoso regionis alpinæ. Sterile.

74. Ptilium (Sull.) De N.

379. Ptilium crista-castrensis (L.) De N.

Syn. Hypnum crista-castrensis L.

Ad saxa umbrosa, in terra, ut etiam in truncis dejectis abiegnorum regionis silvaticæ superioris. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in silva primaevia supra ripam or. fl. Seken, in truncis dejectis 11—1,200 m. (E. L. n. 411!); Radscha, inter Glola et Mamisson; Svania, in jugo Latpari, in reg. silvarum fagin. 12—1,400 m. (E. L. n. 135!).

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Khtsoue et Koschka ad fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, inter Borschom et Tabiszchuri.

75. Stereodon (Brid.) Mitt.

380. Stereodon arcuatus (Lindb.) Lindb.

Syn. Hypnum arcuatum Lindb.

Locis argillosis humidis a regione silvatica media usque in alpinam. Sterile.

Cauc. major occ.: Radscha, Oni.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Roki et Edisi ad fl. Didi Liachva, Lars et Kasbek ad fl. Terek, in monte Zomorasch ad fontes fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

381. Stereodon scariosifolius (C.-Müll.).

Syn. Hypnum scariosifolium C.-Müll. Acta Horti Petrop. T. X, Fasc. I 1887.

„Monoicum; cæspites deplanati lati tenues glauco-virides; caulis callicostelloideus angustus ramulis brevibus apice distincte falcatis irregulariter divisus valde intricatus; folia caulina glauco-pallescentia ætate plus minus fuscata splendentia valde membranacea densiuscule imbricata maxime falcata secunda, e basi truncata ad alas parum impressa brevi cellulis alaribus multis minutis parenchymaticis granulosis inferne parum majoribus et magis vesiculosis ornata in laminam anguste oblongam cymbiformi-concavam acuminatam acutatam integerrimam tenuiter membranaceam pallidissimam attenuata, margine plerumque erecta vel rarius uno latere angustissime revoluta, nervis binis brevissimis obsoletis, e cellulis tenuissimis linearibus veluti vermiformibus scariose areolata; perichætialia multa e basi brevi angustiore longe anguste oblongato-acuminata erecta subintegerrima, e cellulis elongatis laxiusculis pellucidis reticulata enervia; theca in pedunculo elongato rubro strictiusculo tenui spiraliter torto erecta anguste cylindrica rubra vix curvula, ore æquali, operculo minuto e basi cupulata in rostrum tenuiter aciculare erectum producto; peristomium facile deciduum itaque ignotum.

Batum, in truncis arborum (Kaernbach, E. L. n. 19! 21!).

Species elegans distincta, ab *Hypno cupressiformi* proximo surculo hookerioideo glauco-viridi vel pallescente ætate fuscato, foliis scarioso-areolatis capsulaque entodontoidea angustissime cylindrica raptim distinguenda". C.-Müll. l. c. p. 258.

382. **Stereodon cupressiformis** (L.) Brid.
Syn. Hypnum cupressiforme L.

In terra silvatica, ad truncos arborum, ad saxa et rupes tam siliceas quam calcareas a regione campestri usque in alpinam. Raro fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextram fluminis Teberda 15—1,600 m. (E. L. n. 533!); Abhasia, frequens in arboribus (Döll. et Nordm.!); in Imeretia, Letschgum, Svania et Radscha vulgaris et copiosus in regione silvatica, rarior in alpina.

Cauc major centr.: in regione silvatica Ossetiæ frequens, rarior in regione alpina.

Gori, Tiflis (Wilhelms!), Helenendorf (Kolenati!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, copiose pr. Borschom.

Cauc. minor or.: in montibus Ssarial et Murgus (Kolenati!), Murov et Kotschkar (Kolenati!).

Talysch: Lenkoran (C. A. Meyer!).

383. **Stereodon Vaucheri** (Lesqu.) Lindb.
Syn. Hypnum Vaucheri Lesqu.

Ad rupes et saxa calcarea a regione campestri usque in alpinam. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Tsessi ad fl. Rion; Radscha, Mamisson, ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kadlasen ad fontes fl. Didi Liachva, Balta, Lars, Kobi, inter Kobi et Abano ad fl. Terek, inter Unal et St. Nicolai ad fl. Ardon.

Cauc. major or.: Dagestania, in montibus Bogos c. 2,000 m. (Ruprecht!); Chevsuria, in monte Azunta c. 2,700 m. (Ruprecht!).

Gori.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Achalzich.

384. **Stereodon revolutus** Mitt.
Syn. Hypnum Heufleri Jur.

Ad saxa sicca et in locis siccis vento vertebratis regionis alpinæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in monte Elbrus (occid.) supra moles glaciales Kükürtli, inter rupes vulcanicas et graniticas 3,000—3,300 m. (E. L. n. 642!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus supra pagum Tib, in montibus Kasbek et Zomorasch ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Tuschetia, in monte Komizveri pr. Dano et in monte Dadischi pr. Diklo (Ruprecht!); Dagestania, ad glaciem montis Djulti Dagh et in cacumine montis Artschi Dagh (Ruprecht!), in montibus Bogos (Ruprecht!).

385. **Stereodon pallescens** (Hedw.) Lindb.

var. **protuberans** (Brid.) Lindb.

Syn. Hypnum reptile Rich.

Ad ligna putrida regionis silvaticae mediae et superioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in silva primaevia inter flumina Seken et Kliutsch 800 m. circ. (E. L. n. 429!); Svania, in ligno putrido silvae pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 225! 247! 253!) et in silvis abiegnis secus flumen Ingur, inter Kala et Ipar 15—1,600 m. (n. 173!); Radscha, Oni et in monte Bereleti pr. Uzeri.

386. **Stereodon fertilis** (Sendtn.) Lindb.

Syn. Hypnum fertile Sendtn.

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Khtsoue et Koschka ad fl. Didi Liachva, in vertice trunci dejecti abietis regionis silvaticæ mediæ. Fertilis.

387. **Stereodon callichrous** Brid.

Syn. Hypnum callichroum Br. eur.

Cauc. major occ.: Svania, in jugo alpino Utbiri, inter flumina Nakra et Neuskra 23—2,500 m. (E. L. n. 282!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri, in terra regionis subalpinæ. Fertilis.

388. **Stereodon nemorosus** (Koch.) Lindb.

Syn. Hypnum nemorosum Koch.

Cauc. major occ.: Abhasia, in trunco Fagi pr. Suchum-Kalé et versus montem Hirtscha (Döll. et Nordm.!).

389. **Stereodon Haldanianus** (Grev.) Lindb.
Syn. Hypnum Haldanianum Grev.

Ad truncos arborum regionis silvaticæ mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad arborum emortuarum truncos pr. Suchum-Kalé et Drandarium (Döll. et Nordm.!), in silva primaevia supra ripam orientalem fluminis Seken 11—1,200 m. (E. L. n. 412!) et ad ripam sinistram ejusdem fluminis 8—900 m. (n. 423!), in silva primaevia pr. confluentia flumina Seken et Kliutsch 800 m. circ. (E. L. n. 432!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom (Radde!), inter Bakuriani et Zchra Zchraros ad truncum Fagi.

390. **Stereodon incurvatus** (Schrad.) Mitt.
Syn. Hypnum incurvatum Schrad.

Ad rupes umbrosas, præcipue calcareas et in arborum truncis regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Kutais, Oprtscheti, Mekvena et Tschvischi ad fl. Rion; Radscha, inter Oni et Uzeri et pr. Uzeri; Svania, in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 232! 205!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Mleti ad fl. Aragva.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

Cauc. minor or.: in monte Salvat pr. Nucha (Kolenati!).

391. **Stereodon confervoides** (Brid.) Brid.
Syn. Hypnum confervoides Brid.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion, ad rupes umbrosas calcareas regionis silvaticæ inferioris. Fertilis.

392. **Stereodon Sprucei** (Bruch.) Lindb.
Syn. Amblystegium Sprucei Br. eur.

Ad rupes umbrosas, præcipue calcareas regionis silvaticæ mediæ et superioris. Sterile.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta et ad pagum Kasbek ad fl. Terek.

393. **Stereodon polyanthos** (Schreb.) Mitt.
Syn. Pylaisia polyantha Br. eur.

Ad truncos arborum et ad saxa a regione silvatica inferiore usque in subalpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena et Tschvischi ad fl. Rion; Radscha, Oni; Svania, in silvis inter Betscho et Gaschteri 14—1,500 m. (E. L. n. 256!) et in silvis jugi montani inter Enasch (Latal) et Betscho 15—1,600 m. (n. 198!), Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Balta ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri.

Cauc. minor or.: Helenendorf et in regione Hatiss montis Ssarial (Kolenati!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

394. **Stereodon subrufus** (Wils.) Lindb.
Syn. Orthothecium intricatum Br. eur.

Ad rupes schistosas a regione silvatica media usque in alpinam. Sterilis.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, in montibus Kadlasen et Suarkom ad fontes fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei, in monte Zomorasch ad fontes fl. Terek.

Cauc. major or.: Tuschetia, pr. Diklo in monte Sadischi 2,900 m. circ. (Ruprecht!).

76. Isopterygium Mitt.

395. **Isopterygium densifolium** Lindb. n. sp. in sched.

Dioicum; caespitosum, caespitibus depressis, densis, late extensis, mollissimis, smaragdino-viridibus, aetate lutescentibus, nitidissimis; *caulis* prostratus, vage divisus, ramis prostratis, elongatis, densiuscule subpinnatim vel subfasciculatim ramulosis, ramulis inaequalibus, usque ad 1,5 cm. longis, prostratis, patentibus, curvatulis, turgide complanatis, obtusis; *folia* dense conferta, patentia, antica et postica concava, lateralia subcomplicato-concava, oblonga, acuta, marginibus erectis, inferne minutissime, apice distinctius serrulatis, nervis binis brevissimis, interdum subobsolatis, cellulis angustissimis, basilaribus et apicalibus

tantum brevioribus et laxioribus, laevissimis, angularibus paucis quadratis. Caetera ignota.

Ad saxa et ad rupes calcareas umbrosas regionis silvaticae inferioris et mediae. Planta feminea sterilis tantum inventa.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri et Oni; Svania, Lentechi et Laschketi.

Ab *Isopterygio depresso*, valde affini, statura robustiore ramulis multo minus complanatis, foliis lateralibus magis concavis et areolatione foliorum angustiore differt.

var. **concavum** (Lindb.)

Syn. Isopterygium concavum Lindb. n. sp. in sched.

Caespites sordide laete virides, nitidiusculi; *folia* magis concava, subintegerrima, nervis nullis vel subnullis. Differentias alias invenire mihi haud contigit.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, ad saxa irrorata regionis silvaticae inferioris. Sterile.

396. **Isopterygium depressum** (Bruch.) Mitt.

Syn. Rhynchostegium depressum Br. eur.

Ad saxa et rupes umbrosas tam calcareas quam siliceas regionis silvaticae mediae et superioris. Sterile.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Vladikavkas, Balta et Lars ad fl. Terek, inter Alagir et Misurtzy ad fl. Ardon, ad mare glaciale Zei.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

397. **Isopterygium elegans** (Hook.) Lindb.

Syn. Plagiotheciam elegans Schimp.

Cauc. major occ.: Svania, Lentechi, in fissuris rupium schistosarum regionis silvaticae inferioris parcissime. Sterile.

398. **Isopterygium Müllerianum** (Schimp.)

Syn. Plagiothecium Müllerianum Schimp.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, ad rupes umbrosas schistosas. Sterile.

399. **Isopterygium nitidum** (Wahlenb.) Lindb.

Syn. Plagiothecium nitidulum Br. eur.

Ad truncos arborum, ad ligna putrida et in fissuris rupium a regione silvatica media usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Kuban, in summo jugo Tieberdinski Pereval 28—2,900 m. (E. L. n. 575!); Svania, in silva pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 220!), in jugo Latpari, in alpinis declivii merid. 2,100 m. circ. (E. L. n. 154!) et in monte ad sept. jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken 28—3,000 m. (n. 349!), Laschketi; Radscha, Uzeri, inter Glola et Mamisson.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

400. **Isopterygium repens** (Poll.) Lindb.

Syn. Plagiothecium silesiacum Br. eur.

Ad ligna putrida regionis silvaticae mediae et superioris. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in silva primaevia prope confluentia Seken et Kliutsch 800 m. circ. (E. L. n. 433!) et in silva primaevia supra ripam or. fluminis Seken 11—1,200 m. (n. 413!); Kuban, in silvis ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 528! 530! 544! 545! 550!); Svania, in silvis pr. ripam sinistr. fluminis Neuskra 1,000—1,100 m. (E. L. n. 312! 313!), supra ripam dextram 16—1,800 m. (n. 323!) et supra pontem ejusdem fluminis 1,020 m. (n. 320!), Utbiri 12—1,500 m. (n. 297!), in silvis editioribus montis Tetenar 1,800 m. circ. (n. 118!), inter Tscholuri et Laschketi; Radscha, Oni, Uzeri, inter Glola et Mamisson.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva.

Cauc. minor occ.: Adjaria, in ligno putrido regionis silvarum superioris ad Chauli-Pereval, supra pagum Danais Para-ul (E. L. n. 45! 46!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

77. **Plagiothecium** Br. Eur., Mitt.

401. **Plagiothecium silvaticum** (Huds.) Br. Eur.

In fissuris humosis rupium, ad ligna putrida et in terra humosa silvatica a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in arborum radicibus prope Drandarium et Suchum-Kalé (Döll. et Nordm.!); Svania, in silva prope Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 202! 219! 236! 241! 248—252!), in silvis editioribus montis Tetenar 1,800 m. circ. (n. 119!), in jugo Latpari, in regione Fagi declivii merid. 13—1,600 m. (n. 140!) et in silvis jugi montani inter Enasch (Latal) et Betscho 15—1,600 m. (n. 197!); Radscha, Oni, Uzeri, inter Glola et Mamisson, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Imeretia, Oprtscheti et Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue, inter Roki et Edisi ad fl. Didi Liachva, Lars, ad pagum Kasbek et in monte Kasbek, Kobi ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Dagestania, versus fontes fl. Samur c. 2,000 m. (Ruprecht!).

var. **orthocladon** (Br. Eur.) Schimp.

Cauc. major occ.: Oprtscheti et Uzeri ad fl. Rion, ad saxa regionis silvaticæ inferioris. Sterile.

402. **Plagiothecium denticulatum** (L.) Br. Eur.

Ad truncos arborum et ad rupes a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion; Svania, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 24—2,600 m. (E. L. n. 375!) et in silvis pr. ripam sinistram flum. Neuskra 1,000—1,100 m. (n. 314!), Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, in montibus Kasbek et Zomorasch ad fl. Terek, Mleti ad fl. Aragva.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

78. Acrocladium Mitt.

403. **Acrocladium cuspidatum** (L.) Lindb.

Syn. Hypnum cuspidatum L.

In scaturiginosis regionis silvaticae mediae. Sterile.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta et ad pagum Kasbek pr. fl. Terek.

79. **Entodon** C.-Müll.

404. **Entodon Schleicheri** (Br. Eur.)

Ad rupes et saxa, præcipue calcarea regionis silvaticæ mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Svania, in silvis abiegnis inter Lentechi et Tscholuri 800 m. (E. L. n. 93!).

Cauc. major centr.: Ossetia, Vladikavkas, Balta et Lars ad fl. Terek, inter Alagir et Misurtzy et inter pag. Tib et St. Nicolai ad fl. Ardon.

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

405. **Entodon orthocarpus** (La Pyl.) Lindb.

Syn. Cylindrothecium concinnum Schimp.

Ad terram et ad rupes a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Sterile.

Cauc. major occ.: Imeretia, Tschvischi ad fl. Rion; Radscha, Oni, inter Oni et Uzeri; Letschgum, Lailaschi.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kadlasen ad fontes fl. Didi Liachva, Balta, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, in montibus supra pagum Tib.

Tiflis (Steven!).

406. **Entodon palatinus** (Neck.) Lindb.

Syn. Platygyrium repens Br. eur.

Ad truncos arborum regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in fagetis pr. castellum Bambori (Döll. et Nordm.!); Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion; Radscha, Oni, Uzeri; Svania, in silvis abiegnis inter Lentechi et Tscholuri 800 m. (E. L. n. 95!); Svania, Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Balta ad fl. Terek.

18. NECKERACEAE.

80. **Porotrichum** Brid., Mitt.

407. **Porotrichum alopecurum** (L.) Mitt.

Syn. Thamnium alopecurum Schimp.

Ad rupes umbrosas, praecipue calcareas regionis silvaticae inferioris et mediae. Sterile.

Cauc. major occ.: Abhasia, in arboribus pr. Suchum-Kalé et Drandarium (DÖLL. et NORDM.!); Imeretia, Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion.

Cauc. minor occ.: Batum (KAERNBACH ex C.-MÜLL. l. c.).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

Talysch: Lenkoran (C. A. MEYER!).

81. Homalia BRID., BR. EUR.

408. Homalia trichomanoides (SCHREB.) BRID.

Ad truncos arborum regionis silvaticæ mediæ. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia or, in silva primaevia pr. ripam fl. Seken 8—900 m. (E. L. n. 420!); Radscha, Uzeri; Svania, in truncis semiputridis silvae pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 227!) et ad arborum truncos pr. Tscholuri 900—950 m. (n. 101!), Laschketi.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

82. Neckera HEDW., BR. EUR.

409. Neckera Besseri (LOBARZ.) JUR.

Ad truncos et ramulos arborum et fruticum, rarius etiam ad rupes regionis silvaticæ inferioris et superioris. Raro fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 515!); Imeretia, Kutais, Mekvena et Tsessi ad fl. Rion; Letschgum, Muri; Radscha, Uzeri.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Lars et Kobi ad fl. Terek.

410. Neckera complanata (L.) HÜBEN.

Ad rupes umbrosas calcareas et ad truncos arborum regionis silvaticæ inferioris et mediæ. Sterilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, Suchum-Kalé et pr. castellum Gelentschik (DÖLL. et NORDM.!); Kuban, in silvis ad ripam dextram fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 514!); Imeretia, Kutais, Oprtscheti et Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

Cauc. minor or.: in silvis frondosis ad flumen Kotschkar (Kolenati!).

Talysch: Lenkoran (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

411. **Neckera crispa** (L.) Hedw.

Ad rupes umbrosas calcareas et siliceas ut etiam ad truncos arborum regionis silvaticae inferioris et mediae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, Suchum-Kalé, et Drandarium (Döll. et Nordm.!), in silva primaevia prope confluentia flumina Seken et Kliutsch (E. L. n. 431!); Svania, inter Muri et Lentechi c. 600 m. (E. L. n. 86!); Radscha, Uzeri; Imeretia, Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor occ.: Adjaria, in rupibus regionis silv. inf., inter Batum et Keda.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

412. **Neckera pennata** (L.) Hedw.

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach ex C. Müll. l. c.).

83. **Climacium** W. M.

413. **Climacium dendroides** (L.) W. M.

Locis plus minusve humidis et graminosis a regione silvatica media usque in alpinam. Sterile.

Cauc. major occ.: Kuban, ad radices sept. occ. m. Elbrus in media convalle Kükürtli 15—1,800 m. (E. L. n. 657!); Radscha, Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Svania, in margine silvae pr. Betscho, 12—1,300 m. (E. L. n. 208!), ad ripam sinistram fl. Ingur 1,600 m. (n. 171!) et in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 2—2,100 m. (n. 345!).

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kadlasen ad fontes fl. Didi Liachva, Kasbek et Kobi ad fl. Terek, Gudaur ad fl. Aragva.

Cauc. minor or.: in monte c. 2,400 m. (Kolenati!).

84. **Fontinalis** Dill., Myr.

414. **Fontinalis antipyretica** L.

In rivulis et in aqua stagnante a regione silvatica inferiore usque in superiorem. Sterilis.

Cauc. major occ.: Kuban, inter Indisch et Kriepost (distr. Batalpaschinsk) in rivulis ad fl. Kuban 900 m. circ. (E. L. n. 662!); Letschgum, Muri (Radde!); Svania, in alveo rivuli exsiccati silvae pr. Betscho 12—1,300 m. (E. L. n. 246!).

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Roki et Edisi ad fl. Didi Liachva, Kobi ad fl. Terek.

Schuscha (Hohenacker!).

85. **Antitrichia** Brid.

415. **Antitrichia curtipendula** (L.) Brid.

Cauc. major occ.: Svania, ad ripam dextram fluminis Neuskra, in truncis arborum supra pontem 1,020 m. (E. L. n. 318!). Fertilis.

86. **Leucodon** Schwaegr.

416. **Leucodon sciuroides** (L.) Schwaegr.

Syn. Fissidens sciuroides Lindb.

Ad truncos arborum, rarius etiam ad rupes a regione campestri usque in silvaticam superiorem, rarissime etiam in regione alpina. Rarissime fertilis.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad flumen Tieberda 14—1,500 m. (E. L. n. 551!); Svania, inter Muri et Lentechi 5—600 m. (E. L. n. 80!) et in silvis inter Betscho et Geschteri 14—1,500 m. (n. 257!), Laschketi; Radscha, inter Tsessi et Oni, Oni, Uzeri, inter Glola et Mamisson, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali; Imeretia, Mekvena et Tola ad fl. Rion, Namachevi ad fl. Rion 360 m. (E. L. n. 70!).

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Roki et Edisi ad fl. Didi Liachva, Balta, Lars (E. L. n. 668!), ad pagum Kasbek et ad Kobi pr. fl. Terek, in valle fl. Ardon, Mleti ad fl. Aragva.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Achalzich, Abas Tuman, Borschom, inter Borschom et Tabiszchuri.

417. **Leucodon flagellaris** (Lindb.)

Syn. Fissidens flagellaris Lindb. n. sp. in sched.

Dioicus; caespitosus, caespitibus late extensis, densis, rigidulis, olivaceo- et lutescenti-viridibus, nitidiusculis; *caules* secundarii e primario repente erecti, flexuosi, inferne simplices vel parce fastigiatim divisi, apice dense longeque flagellaceo-divisi, flagellis breviter ramulosis; *folia* sicca dense imbricata, humida patentia, pluries plicato-sulcata, ovato-lanceolata, longe et acute acuminata, integerrima, marginibus planis, ecostata, reti *L. sciuroidis*, sed cellulis superioribus non ovalibus, sed oblongo-rhombeis, optime curvatulis, duplo-triplo majoribus. Caetera ignota.

Cauc. major occ.: Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, ad corticem Fagi, (planta mascula); Svania, parce in silvis inferioribus ad ripam orientalem fluminis Neuskra 1,000—1,100 m. (E. L. n. 302!). Sterilis.

„Habitu, ramis apice dense longeque flagellaceo-divisis, foliis majoribus et praesertim longioribus, longius acuminatis, cellulis superioribus non ovalibus, sed oblongo-rhombeis, optime curvatulis, duplo-triplo majoribus a *L. sciuroidi* certe differt". Lindb. in sched.

418. **Leucodon immersus** Lindb.

Syn. Fissidens immersus Lindb.
Leucodon Stevenii C.-Müll. l. c.
Leucodon caucasicus Jur. et Mild. l. c.

„Habitu *L. sciuroidi* similis sed major. *Caulis* secundarius arcuato-ascendens, vage ramosus, crassiusculus. *Folia* plerumque secunda, ex ovato-lanceolata, longe acuminata, apice obsolete denticulata, plicato-sulcata, ecostata. *Flores* dioici; masculi gemmiformes minuti, folia perig. late rotundato-ovata, subito brevi-acuminata, antheridia 12—14 paraphys. numerosis. *Fructus* in caule et ramis sparsi, rarius glomerati. Perichaetium in ramulo brevissimo basi eradiculoso capsulam superans, foliis erectis, internis elongato-lanceolatis, apice indistincte denticulatis, ecostatis. *Capsula* in pedicello unacum vaginula oblonga aequilongo erecta, ovato-oblonga, *annulo* lato composito, *operculo* alte et anguste conico acuto leniter obliquato. *Peristomium* simplex, dentes ad $^2/_3$ fissi et laceri, pallide lutescentes, apice papillosi". Jur. et Mild. l. c.

Ad truncos arborum, rarius etiam ad rupes a regione silvatica inferiore usque in superiorem. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in silva primaevia supra ripam orientalem fluminis Seken 12—1,400 m. (E. L. n. 403!); Kuban, in silvis ad ripam

dextram fl. Tieberda 15—1,600 m. (E. L. n. 508!); Svania, pr. pagum Tscholuri 950 m. (E. L. n. 108!), Laschketi; Radscha, Oni et Uzeri; Imeretia, in truncis arborum pr. Namakhvani 360 m. (E. L. n. 71!). Kutais, Oprtscheti. Atschara, Tschvischi et Tola ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Vladikavkas, Balta, Lars (E. L. n. 669! V. F. B.) et ad pagum Kasbek pr. fl. Terek, Mleti ad fl. Aragva.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et ad viam inter Bakuriani et Tabiszchuri, Martkobi 200 m. circ. (Ruprecht!).

Cauc. minor or.: in umbrosis montis Murgus (Kolenati!).

Talysch: Lenkoran „ueberall in den Wäldern am caspischen Meere gemein“ (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

87. **Hedwigia** Ehrh.

419. **Hedwigia albicans** (Web.) Lindb.

Ad saxa et rupes siliceas a regione campestri usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti, Mekvena, inter Tschvischi et Tola ad fl. Rion; Radscha, Uzeri; Svania, inter Muri et Lentechi 5—600 m. (E. L. n. 79!), in jugo Latpari 12—1,500 m. (n. 137!) et in rupibus ad fl. Ingur inter Kala et Ipar 14—1,500 m. (n. 184!), Laschketi.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Khtsoue, inter Roki et Edisi ad fl. Didi Liachva, ad mare glaciale Zei, Lars et Kobi ad fl. Terek.

Cauc. major or.: Schemacha (Haussknecht ex Jur. et Mild. l. c.).

Tiflis c. 500 m. (Ruprecht!).

Cauc. minor occ.: Adjaria, Schvachevi in reg. silv. med. (E. L. n. 62!).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, Achalzich, Abas Tuman, ad lacum Tabiszchuri.

Cauc. minor or.: in rup. promont. montium Murgus et Kotschkar (Kolenati!).

88. **Leptodon** Mohr.

420. **Leptodon Smithii** (Dicks.) Mohr.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti et Mekvena ad fl. Rion, ad rupes umbrosas regionis silvaticæ inferioris. Sterilis.

SPHAGNA.

1. SPHAGNACEAE.

1. Sphagnum Dill., Ehrh.

1. Sphagnum papillosum Lindb.

var. **intermedium** (Russ.). Warnst.

Cauc. major occ.: Svania, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 21—2,200 m. (E. L. n. 344!). Sterile.

2. Sphagnum cymbifolium Ehrh.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor pr. moles glaciales 24—2,500 m. (E. L. n. 473!). Sterile.

3. Sphagnum subsecundum Nees.

Cauc. major occ.: Svania, in paludosis alpinis jugi Utbiri, inter flumina Nakra et Neuskra 23—2,500 m. (E. L. n. 287!). Sterile.

Cauc. major centr.: Ossetia, Gudaur, in paludosis alpinis c. 2,200 m. sat parce et sterile.

4. Sphagnum rufescens

Br. germ. I, p. 15, t. 2 ex Warnst. Hedwigia 1888, p. 266—267.

Syn. Sph. subsecundum var. contortum Schimp.

Cauc. major occ.: Svania, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 21—2,200 m. (E. L. n. 343!). Sterile.

5. Sphagnum teres Ångstr.

Cauc. major occ.: Svania, in paludosis alpinis jugi Utbiri, inter flumina Nakra et Neuskra 23—2,500 m. (E. L. n. 285! 286!) ut etiam in

paludosis jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken lat. orient. 21—2,200 m. (E. L. n. 336!). Sterile.

6. **Sphagnum recurvum** Palis.

var. **mucronatum** Russ., Warnst.

Cauc. major occ.: Svania, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken lat. orient. 21—2,200 m. (E. L. n. 342!). Sterile.

HEPATICAE.

1. MARCHANTIACEAE.

1. Marchantia March.-f., Mich.

1. **Marchantia polymorpha** L.

In terra argillosa, humida a regione silvatica inferiore usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Ermani ad fontes fl. Didi Liachva.

Cauc. minor occ.: Adjaria, in reg. silv. super. ad Chauli Pereval supra Danais Para-ul (E. L.)

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abastuman.

2. **Marchantia paleacea** Bertol.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, ad rupes irroratas calcareas regionis silvaticae inferioris. Planta feminea sterilis.

2. Chomiocarpon Cord., Lindb.

3. **Chomiocarpon quadratus** (Scop.) Lindb.
Syn. Preissia commutata Nees.

In fissuris humosis rupium a regione silvatica media usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, secus flumen Kliutsch 12—1,400 m. (E. L.); Radscha, Uzeri, in monte Bereleti pr. Uzeri, Mamisson ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Lagermanzech ad fl. Didi Liachva, Lars, Kasbek et Kobi ad fl. Terek.

3. Fegatella Radd.

4. Fegatella conica (L.) Cord.

In terra calcarea, ad rupes calcareas irroratas et ad stillicidia a regione silvatica inferiore usque in superiorem, rarissime etiam in regione alpina. Sterilis.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Lagermanzech ad fl. Didi Liachva, Balta, Lars et Kobi ad fl. Terek.

Cauc. minor occ.: Batum, ad rivulos silvae primaeviae prope litus euxinum (E. L.); Adjaria, ad stillicidia secus viam in regione silvarum media et inferiore inter Keda et Chula, ut etiam inter Chula et Schvachevi, ad rupes humidas (E. L.).

4. Grimaldia Nees., Lindb.

5. Grimaldia dichotoma Radd.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et Kobi ad fl. Terek, in fissuris humosis rupium regionis silvaticae mediae et superioris.

6. Grimaldia fragrans (Balb.) Cord.

Syn. Grimaldia barbifrons Bisch.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta, Lars, pr. pagum Kasbek et pr. Kobi ad fl. Terek, in fissuris humosis rupium regionis silvaticae mediae et superioris. Fertilis.

5. Reboulia Radd.

7. Reboulia hemisphaerica (L.) Radd.

Cauc. major occ.: Imeretia, Atschara ad fl. Rion, ad rupes calcareas regionis silvaticae inferioris; Svania, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken 26—2,700 m. (E. L.).

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek.
Cauc. minor or.: Batum (KAERNBACH, E. L.).

6. Clevea LINDB.

8. Clevea hyalina (SOMM.) LINDB.

In fissuris humosis rupium regionis silvaticae mediae et superioris. Sterilis.
Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek, ad mare glaciale Zei.

9. Clevea suecica (LINDB.) LINDB.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek, in fissuris humosis rupium regionis silvaticae superioris. Fertilis et planta mascula.

7. Aitonia FORST.

10. Aitonia rupestris FORST.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek, in fissuris humosis rupium calcar. regionis silvaticae mediae. Planta feminea sterilis.

8. Riccia MICH., RADD.

11. Riccia sorocarpa BISCH.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek, in fissuris humosis rupium regionis silvaticae superioris.

12. Riccia bifurca HOFFM.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, in fissuris humosis rupium regionis silvaticae mediae.

2. JUNGERMANIACEAE.

9. Frullania RADD.

13. Frullania tamarisci (L.) DUM.

Ad truncos arborum et ad rupes a regione silvatica inferiore usque in superiorem.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri; Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion.
Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et Kobi ad fl. Terek.

14. **Frullania dilatata** (L.) Dum.

Ad truncos arborum et ad rupes regionis silvaticae inferioris et mediae.
Cauc. major occ.: Svania, in silvis supra Betscho 12—1,300 m. (E. L.); Radscha, Uzeri; Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion.
Cauc. major centr.: Ossetia, Vladikavkas, Balta et Lars ad fl. Terek.
Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

15. **Frullania Hutchinsiae** (Hook.) Nees.

var. **integrifolia** (Nees.) Lindb.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, ad corticem arboris parce.

16. **Frullania tenera** Lindb. n. sp. in sched.

„*Dioica;* pusilla, fusco-badia, dense depresso-caespitosa, in circumferentia caespitum arcte repens; *caulis* 2—3 cm. longus, filiformis regulariter pinnatus, pinnis subaequilongis brevibus oblique vel recte patentibus. *Folia* contigua, adulta dissita subplana, oblique cordata, juniora oblique ovato-cordata, dorso appendiculo rotundato caulem superantia; *cellulae* 0,017×0,025 mm., subaequales; ipsa basi adsunt 3 cellulae multo majores; cellularum parietes substrictae, rarius subflexuosae, ad angulos medioque incrassatae; incrassatio variabilis, vel trigona vel majorem parietis partem trabeculiformiter occupans, apice attenuato in parietem primariam excurrens. Foliorum *lobuli* (vel vulgo auricula) maximi, folii partem a ventre visibilem fere tegentes, alte galeati, a caule leniter remoti, cauli paralleli styloque parvo instructi. *Amphigastria* parva cauli parum latiora, obcuneata, dimidio supero angulata vel utroque latere in dentem bicellularem producta, apice angustato ad $^1/_3$ lunatum excisa, laciniis obtusiusculis conniventibus. Cetera desunt.
Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom, ad lignum putridum.
Distinctissima species, cum nulla alia europaea vel extranea commutanda, ad sectionem *Trachycoleam* ponenda; *Frull. fragilifolia,* exiguitate proxima, auriculis angustioribus, saccatis vel cylindricis gaudet, multo major est et *Thyopsiellis* adnumeranda“. Stephani in litt.

10. Lejeunea Lib.

17. Lejeunea calcarea Lib.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena ad fl. Rion, ad saxa calcarea umbrosa et in cavernis rupium calcar. regionis silvaticae inferioris.

18. Lejeunea patens Lindb.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, ad rupes schistosas regionis silvaticae mediae.

19. Lejeunea cavifolia (Ehrh.) Lindb.

Ad rupes regionis silvaticae mediae.
Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri et in monte Bereleti pr. Uzeri.

11. Radula Dum., Nees.

20. Radula complanata (L.) Dum.

Ad rupes et ad truncos arborum a regione silvatica media usque in alpinam. Fertilis.
Cauc. major occ.: Svania, in silvis inter Lentechi et Tscholuri 800 m. (E. L.).
Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et Kobi ad fl. Terek, in monte Kasbek, ad mare glaciale Zei.
Cauc. minor centr.: Carthalinia, inter Bakuriani et Tabiszchuri.

var. **alpestris** (B. L.) Lindb.

Cauc. major occ.: Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri.

var. **cucullifolia** Steph.

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, ad rupes regionis silvaticae mediae.

21. Radula Lindenbergii Gottsch.

Ad rupes regionis silvaticae mediae et superioris. Fertilis.

Cauc. major occ.: Svania, in silvis inter Lentechi et Tscholuri 800 m. et in silva supra Betscho 12—1,600 m. abunde (E. L.).
Cauc. major centr.: Ossetia, Lars et Kobi ad fl. Terek.

f. **propagulifera.**

Cauc. major occ.: Abhasia, secus flumen Kliutsch 12—1,400 m. et in jugo Kluchor, in rupibus muscosis prope moles glaciales 25—2,600 m. (E. L.); Svania, in silva supra Betscho 12—1,600 m. (E. L.).

22. **Radula commutata** Gottsch.

Cauc. major or.: Kachetia, Gambori (Kaernbach).

12. **Porella** Dill., Lindb.

23. **Porella Thuja** Dicks.
Syn. Madotheca laevigata var. Thuja Nees.

Cauc. major occ.: Svania, in silvis inter Lentechi et Tscholuri 800 m. et pr. Tscholuri 900—950 m. (E. L.), in silvis jugi montani inter Latal et Betscho 15—1,600 m. (E. L.).

24. **Porella platyphylloides** (Schwein.) Lindb.
Syn. Madotheca platyphylloidea Nees.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri. Fertilis.

25. **Porella platyphylla** (L.) Lindb.
Syn. Madotheca platyphylla Dum.

Ad truncos arborum et ad rupes a regione campestri usque in silvaticam superiorem. Fertilis.
Cauc. major occ.: Radscha, Oni; Imeretia, Kutais, Oprtscheti, Mekvena et Atschara ad fl. Rion.
Cauc. major centr.: Ossetia, Balta, Lars et Kobi ad fl. Terek.
Gori.
Cauc. minor centr.: Carthalinia, inter Bakuriani et Tabiszchuri.

26. **Porella rivularis** (Nees.) Lindb.
Syn. Madotheca rivularis Nees.

Cauc. major occ.: Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri.

27. **Porella caucasica** Steph. Botan. Centralbl. L (1892).

„Sterilis, dense stratificata, major, crispula, viridis, apice rufo-fusca. *Caulis* usque ad 12 cm. longus, inferne regulariter pinnatus, superne pinnatim-partitus, ramis irregulariter bipinnatis; pinnulae inferiores flagellatim attenuatae radicantes. *Folia* conferta, dense imbricata, subrecte patentia, oblonga, margine postico crispula, ceterum varie angulata vel inciso lobulata, apice integerrima, acuta vel longius acuminata, raro mutica, basi antica et postica appendiculo magno libero acuto armata. *Cellulae* apicales 0,025, medianae 0,035, basales 0,045 ×0,025 mm., trigonis parvis distinctis; *lobulus* erectus, margine exteriore recurvo, oblongus, acuminatus acutus, margine repando angulatoque irregulariter laciniatus, laciniis longioribus hamatis, aliis brevioribus dentiformibus, basi brevissima insertus folioque suo vix coalitus, utroque latere appendiculatus, appendicula lata, libera, varie armata. *Amphigastria* foliis aequimagna, ovato-triangularia, i. e. a basi latissima symmetrica versus apicem sensim angustata, apice ipso apice triplo angustiora, truncata, recurva, margine ubique grosse incisa, laciniata dentataque, basi utroque latere grandiappendiculata.

Cauc. major occ.: Svania occid. ad flumen Neuskra, in cortice leg. Levier 1890.

Affines sunt *Porella ligulifera*, *P. Perrottetii*, *P. campylophylla* foliis apice spinosis, *P. ciliaris*, *P. acutifolia* lobulo plano obtuso distinguendae. Steph. l. c. p. 71.

13. **Metzgeria** Radd.

28. **Metzgeria pubescens** (Schrank.) Radd.

Ad truncos arborum et ad rupes regionis silvaticae mediae et superioris.

Cauc. major occ.: Svania, in silvis inter Lentechi et Tsholuri et pr. pagum Tscholuri 900—950 m. (E. L.), in monte Tetenar supra Tscholuri in silvis 1,800 m. (E. L.), Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek; Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

29. **Metzgeria conjugata** Lindb.

Ad truncos arborum et ad rupes regionis silvaticae inferioris et mediae. Fertilis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in silvis primaeviis supra ripam sinistram fl. Seken 11—1,200 m. (E. L.); Svania, inter Tscholuri et Laschketi, Laschketi ad ripam dextram fl. Neuskra (E. L.); Radscha, Oni et Uzeri; Imeretia, Oprtscheti et Mekvena ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Khtsoue ad fl. Didi Liachva, Lars ad fl. Terek.

var. **epilosa** Steph.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, ad lacum Tabiszchuri, reg. alp.

30. **Metzgeria furcata** (L.) Dum., Lindb.

Ad rupes schistosas regionis silvaticae inferioris et mediae.

Cauc. major occ.: Svania, inter Tscholuri et Laschketi, Laschketi; Radscha, Oni; Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

var. **ulvula** Steph.

Cauc. major occ.: Svania, in silva supra Betscho 12—1,300 m. (E. L.). Sterilis.

14. **Lepidozia** Dum.

31. **Lepidozia reptans** (L.) Dum.

Ad ligna putrida regionis silvaticae mediae et superioris. Cum colesulis.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ripae dextrae fluminis Tieberda 15—1,600 m. (E. L.); Svania, in silva primaevia supra ripam or. fl. Neuskra 14—1,600 m. (E. L.); Radscha, Oni.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad mare glaciale Zei.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

15. Bazzania B. Gr.

32. **Bazzania triangularis** (Schleich.) Lindb.

Syn. Mastigobryum deflexum Nees.

Cauc. major occ.: Svania, in monte Tetenar supra Tscholuri 1,800 m. (E. L.).

Cauc. major centr.: Ossetia, ad mareg laciale Zei (Lojka ex Breidl. l. c).

16. Cephalozia Dum., Lindb.

33. **Cephalozia divaricata** (Franc.) Dum.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor ad stillicidia alpina supra fontes fl. Kliutsch 22—2,300 m. (E. L.); Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, in reg. silv. inf.

34. **Cephalozia curvifolia** (Dicks.) Dum.

Cauc. major occ.: Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri, ad ligna putrida regionis silvaticae superioris.

35. **Cephalozia bicuspidata** (L.) Dum.

Cauc. major occ.: Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri; Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion.

36. **Cephalozia multiflora** (Huds.) Lindb.

Syn. Jungermania connivens Dicks.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek.

17. Lophocolea Dum.

37. **Lophocolea minor** Nees.

A regione silvatica media usque in alpinam, in terra.

Cauc. major occ.: Radscha, Oni.

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Lars ad fl. Terek et in reg. alp. montis Kasbek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

38. **Lophocolea heterophylla** (Schrad.) Dum.

Cauc. major occ.: Svania, in silva primaevia supra ripam or. fl. Neuskra, ad ligna putrida 14—1,600 m. (E. L.).

Cauc. minor occ.: Adjaria, in silvis editioribus jugi Chauli Pereval supra Danais Para-ul, ad ligna putrida (E. L.).

Cauc minor centr: Carthalinia, Abas Tuman, ad ligna putrida.

18. Leptoscyphys Mitt.

39. **Leptoscyphus interruptus** Nees.

Cauc. major occ.: Imeretia, Mekvena et Atschara ad fl. Rion, ad rupes humidas, calcareas et ad saxa umbrosa, calcarea regionis silvaticae inferioris.

19. Harpanthus Nees.

40. **Harpanthus scutatus** (W. M.) Spruc.

Cauc. major occ.: Abhasia, in silva primaevia supra ripam sinistram fluminis Seken, in ligno putrido 8—900 m. et 11—1,200 m. (E. L.).

20. Cheiloscyphys Cord.

41. **Cheiloscyphys viticulosus** (L.) Lindb.
Syn. Cheiloscyphus pallescens Nees.

Cauc. major occ.: Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri.

42. **Cheiloscyphus polyanthos** (L.) Cord.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek, in reg. silv. media.

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach).

21. Kantia B. Gr.

43. **Kantia calypogea** (Radd.) Lindb.
Syn. Calypogeia trichomanis α 2 repanda Nees.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, in reg. silv. inf. Sterilis.

44. **Kantia trichomanis** (L.) Lindb.
Syn. Calypogeia trichomanis Cord.

Cauc. major occ.: Svania, in silva primaevia supra ripam or. fl. Neuskra, ad lignum putridum 14—1,600 m. (E. L.). Sterilis.

22. Riccardia B. Gr.

45. **Riccardia palmata** (Hedw.) Carruth., Lindb.
Syn. Aneura palmata Nees.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri.

46. **Riccardia pinnatifida** (Nees.)
Syn. Aneura pinnatifida Nees.

Cauc. major occ.: Svania, in silvis ad ripam sinistram fl. Ingur, inter pagos Kula et Ipar, in ligno putrido 1,600 m. circ. (E. L.). Fertilis.

47. **Riccardia pinguis** (L.) B. Gr.
Syn. Aneura pinguis Dum.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri in stillicidiis tophaceis.

23. Blepharozia Dum.

48. **Blepharozia pulcherrima** (Web.) Lindb.
Syn. Ptilidium ciliare α 1 α commune Nees.

Cauc. major occ.: Svania, Laschketi, in reg. silv. super.

49. **Blepharozia ciliaris** (L.) Lindb.
Syn. Ptilidium ciliare Nees.

Cauc. minor occ.: Adjaria, in silvis editioribus jugi Chauli-Pereval supra Danais Para-ul (E. L.).

24. Anthelia Dum., Lindb.

50. Anthelia julacea (L.) Dum.

Syn. Jungermania julacea Lightf.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad rivulum juxta moles glaciales inferioris jugi Kluchor 2,100 m. (E. L.). Sterilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek, in terra regionis alpinae. Sterilis.

25. Blepharostoma Dum., Lindb.

51. Blepharostoma trichophyllum (L.) Dum.

Syn. Jungermania trichophylla L.

Ad ligna putrida et in fissuris humosis rupium a regione silvatica media usque in alpinam. Cum colesulis.

Cauc. major occ.: Abhasia, in silvis primaeviis supra ripam sinistr. fl. Seken 11—1,200 m. (E. L.); Svania, in monte Tetenar supra Tscholuri 1,800 m. (E. L.), Laschketi, in silvis primaeviis supra ripam or. fluminis Neuskra 1,000—1,100 m. (E. L.); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek.

Cauc. minor occ.: Adjaria, in silvis editioribus jugi Chauli Pereval supra Danais Para-ul (E. L.).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom et Abas Tuman.

26. Martinellia B. Gr., Lindb.

52. Martinellia resupinata (L.) B. Gr.

Syn. Scapania compacta Lindenb.

Cauc. major occ.: Svania, inter Muri et Lentechi (E. L.), in uliginosis alpinis jugi Utbiri inter flumina Nakra et Neuskra 22—2,400 m. (E. L.).

Cauc. major centr.: Ossetia, inter Kobi et Abano ad fl. Terek.

53. Martinellia subalpina (Nees.) Lindb.

Syn. Scapania subalpina Nees.

Cauc. major occ.: Mamisson, ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali, in reg. alp.

54. **Martinellia aequiloba** (Schwaegr.) Lindb.
Syn. Scapania aequiloba Nees.

Ad rupes calcareas regionis silvaticae mediae.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri; Svania, in monte Puschquer Tuman pr. Laschketi.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek.

55. **Martinellia aspera** (Bern.)
Syn. Scapania aspera Bern.

Cauc. major occ.: Svania, inter Muri et Lentechi (E. L.).

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek, ad rupes schistosas regionis silvaticae mediae.

56. **Martinellia nemorosa** (L.) B. Gr.
Syn. Scapania nemorosa Nees.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, ad rupes schistosas reg. silv. inf.

57. **Martinellia undulata** (L.) B. Gr.
Syn. Scapania undulata M., Nees.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor, supra fontes fluminis Kliutsch ad rivulos alpinos 22—2,300 m. (E. L.); Svania, ad rivulos alpinos jugi alpini inter flumina Neuskra et Seken 21—2,200 m. (E. L.). Sterilis.

58. **Martinellia irrigua** (Nees.) Lindb.
Syn. Scapania irrigua Nees.

Locis uliginosis regionis alpinae.

Cauc. major occ.: Mamisson, ad fontes fl. Dschandschachi Tskhali. Sterilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek.

Cauc. minor occ.: Adjaria, in silvis editioribus jugi Chauli Pereval supra Danais Para-ul (E. L.). Sterilis.

27. Diplophyllum Dum., Lindb.

59. **Diplophyllum albicans** (L.) Dum.

Syn. Jungermania albicans L.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, in reg. silv. inf. sterilis.

60. **Diplophyllum taxifolium** (Wahlenb.) Dum.

Syn. Jungermania taxifolia Wahlenb.

Cauc. major occ.: in jugo alpino inter Svaniam et Abhasiam, supra ripam or fl. Seken 26—2,700 m. (E. L.). Sterilis.

28. Plagiochila Dum.

61. **Plagiochila asplenioides** (L.) Dum.

Ad rupes a regione silvatica media usque in alpinam. Cum colesulis.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad ripam dextr. flum. Tieberda 14—1,500 m. (E. L.); Svania, prope pagum Tscholuri 900—950 m. et in silva supra Betscho 12—1,300 m. (E. L.), Laschketi; Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Suarkom ad fl. Didi Liachva, Balta, Lars et Kobi ad fl. Terek, in monte Kasbek, reg. alp., ad mare glaciale Zei (Lojka ex Breidl. l. c.).

Cauc. minor occ.: Adjaria, inter Chula et Danais Para-ul, in reg. silv. media (E. L.).

Cauc. major centr.: Carthalinia, Abas Tuman, inter Bakuriani et Tabiszchuri.

29. Jungermania (Rupp.) Mich., Radd.

62. **Jungermania cordifolia** Hook.

Cauc. major occ.: Abhasia, in cacumine granitico inter jugo Kluchor et Nachar 26—2,800 m. et in jugo Kluchor prope moles glaciales inferiores 2,100 m., cum colesulis (E. L.); Svania, in jugo alpino inter flumina Neuskra et Seken ad rivulos 24—2,500 m. (E. L.).

63. **Jungermania riparia** Tayl.

Cauc. major occ.: Letschgum, Muri; Radscha, Uzeri.
Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek.

64. **Jungermania lanceolata** Weiss., Schrad.

Cauc. major occ.: Svania, ad rivulos alpinos jugi Utbiri inter flumina Nakra et Neuskra 22—2,400 m. (E. L.).

65. **Jungermania inflata** Huds.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, in reg. silv. inf.

66. **Jungermania autumnalis** De C.

Syn. Jungermania Schraderi Mart.

Ad ligna putrida regionis silvaticae mediae et superioris.
Cauc. major occ.: Svania, Laschketi; Radscha, Oni et in monte Bereleti pr. Uzeri, inter Glola et Mamisson.
Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

67. **Jungermania laevifolia** Lindb. n. sp. in sched.

„Dioica, parva, dense caespitosa, humilis, pallide-virens vel rubescens. *Caulis* simplex, radiculis numerosis breviusculis arcte repens, sub flore femineo masculoque abrupte adscendens. *Folia* late ovata, juniora quadrato-rotunda, apice rotundato-truncata, antice adscendentia vel fere erecta, in planta adulta tamen explanata; imbricata, postice breviter inserta, antice magis producta sed vix decurrentia. *Cellulae* 0,025 mm., trigonis parvis acutis, medio basis parum longiores. *Amphigastria* caulina nulla. *Perianthia* terminalia, longe exserta, erecta, innovatione nulla subcylindrica, parum compressa, apice angustato truncata, quadriplicata, plicis inflatis, lobato-incisa, lobis conniventibus irregulariter dentato-ciliatis; *folia floralia* bijuga, intima caulinis minora, occulta, perianthio appressa, late ovata, apice truncata, ad latera paucis lacinulis lanceolatis armata. *Amphigastrium* florale intimum lanceolatum, acutum, basin versus lobis plus minus profunde discretis auctum, interdum profunde bifidum; folia subfloralia caulinis vix diversa, interdum singulo dente basali instructa; amph. subflorale vel

parvum, lanceolatum basique dentatum vel nullum. *Androecia* erecta vel adscendentia, terminalia, apice vegetativa, amentiformia, bracteis basi apiceque minoribus fusiformia, purpurea et valde conspicua; bracteae monandrae, antheridiis magnis in pedicello perbrevi, dense imbricatae, turgidae, erecto-conniventes, antice lobulatae, lobulus bractea dimidium brevior, angustus, rectangularis, apice truncatus angulo obtuso.

Cauc. major occ.: Svania, Laschketi (V. F. B.), juxta pontem fluminis Neuskra 933 m., in cortice arborum (E. L.).

Proxima *Jungermaniae autumnali* DC. (*J. Schraderi* Mart.) quae differt amphig. caulinis ubique praesentibus, fol. invol. sensim majoribus, intimo maximo, integerrimis, recurvis, perianthii apice haud ciliato". Stephani l. c. p. 71.

68. **Jungermania sphaerocarpa** Hook.

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach).

69. **Jungermania turbinata** Radd.

Ad rupes calcareas regionis silvaticae inferioris.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti et Atschara ad fl. Rion; Radscha, Uzeri.

70. **Jungermania exsecta** Schmid.

Cauc. major occ.: Kuban, in silvis ad flumen Tieberda in ligno putrido 15—1,600 m. (E. L.); Svania, in silvis primaeviis supra ripam or. fluminis Neuskra 14—1,600 m., in ligno putrido, cum colesulis (E. L.).

Cauc. major centr.: Ossetia, ad pagum Kasbek pr. fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Borschom.

71. **Jungermania quinquedentata** Huds.

In terra et ad rupes siliceas a regione silvatica media usque in alpinam. Fertilis.

Cauc. major occ.: Svania, in monte Tetenar supra Tscholuri 1,800 m., in silvis et in jugo alpino inter Svaniam et Abhasiam supra ripam or. flum. Seken 26—2,700 m. (E. L.).

Cauc. major centr.: Carthalinia, in montibus supra Krtzkhilvan; Ossetia, Lars ad fl. Terek, in monte Kasbek, reg. alp., in valle fl. Ardon et ad Zei (Lojka ex Breidl. l. c.).

72. **Jungermania lycopodioides** Wallr.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek.

var. **Floerkei** (W. M.) Lindb.

Cauc. major centr.: Ossetia, in regione alpina montium Kasbek et Suarkom, Kobi ad fl. Terek.

73. **Jungermania barbata** Schmid.

Cauc. major occ.: Svania, in silvaticis pr. pagum Tscholuri 900—950 m. (E. L.), in silvis jugi montani inter Latal et Betscho 15—1,600 m. et in silvis prope Betscho 12—1,300 m. (E. L.); Radscha, Oni, in reg. silv. media.

Cauc. major centr.: Ossetia, ad pedem montis Kasbek, in valle fl. Ardon (Lojka ex Breidl. l. c.).

74. **Jungermania incisa** Schrad.

Cauc. major occ.: Abhasia or., in silva primaevia supra ripam sinistr. fluminis Seken 11—1,200 m. (E. L.); Svania, in monte Tetenar supra Tscholuri 1,800 m. in silvis (E. L.), in silva primaevia supra ripam or. fluminis Neuskra 1,000—1,100 m. et 14—1,600 m., ad ligna putrida (E. L.). Cum colesulis.

Cauc. major centr.: Ossetia, Kobi ad fl. Terek.

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman, ad ligna putrida. Cum colesulis.

75. **Jungermania porphyroleuca** Nees.

Cauc. major occ.: Svania, in silva primaevia supra ripam or. fl. Neuskra 14—1,600 m. (E. L.), in jugo alpino inter Svaniam et Abhasiam 26—2,700 m. (E. L.); Radscha, Uzeri.

Cauc. minor occ.: Adjaria, in silvis editioribus jugi Chauli Pereval supra Danais Para-ul (E. L.).

Cauc. minor centr.: Carthalinia, Abas Tuman.

var. **flavidula** Lindb.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri.

76. **Jungermania ventricosa** Dicks.

Cauc. major occ.: Svania, in silvis ad ripam sinistram flum. Ingur, inter pagos Kala et Ipar, in ligno putrido 1,600 m. circ. (E. L.), in silva primaevia supra ripam or. fl. Neuskra, ad lignum putridum 14—1,600 m. et in jugo alpino inter Svaniam et Abhasiam, supra ripam or. flum. Seken 26—2,700 m. (E. L.); Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri. Cum colesulis.

Cauc. minor occ.: Adjaria, in silvis editioribus jugi Chauli Pereval supra Danais Para-ul (E. L.). Fertilis.

77. **Jungermania Muelleri** Nees.

A regione silvatica media usque in alpinam.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri.

Cauc. major centr.: Ossetia, Balta ad fl. Terek, Kasbek, ad pagum et in reg. alp., Gudgora ad fontes fl. Aragva.

78. **Jungermania Michauxii** Web.-f.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri.

79. **Jungermania minuta** Cranz.

Cauc. major occ.: Abhasia, ad rivulum juxta moles glaciales inferioris jugi Kluchor 2,100 m. (E. L.). Sterilis.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek, reg. alp. Sterilis.

30. **Nardia** B. Gr., Lindb.

80. **Nardia crenulata** (Sm.) Lindb.
Syn. Jungermania crenulata Sm.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, ad rupes schistosas regionis silvaticae inferioris.

81. **Nardia compressa** (Hook.) B. Gr.

Cauc. major occ.: Svania, in ascensu jugi Utbiri inter flumina Nakra et Neuskra, in humentibus alpinis 2,000—2,100 m. (E. L.). Sterilis.

82. **Nardia Genthiana** (Hüb.)

Syn. Jungermania Genthiana Hüb.

Cauc. major centr.: Ossetia, in regione alpina montium Suarkom et Kasbek.

83. **Nardia haematosticta** (Nees.) Lindb.

Syn. Jungermania haematosticta Nees.

Cauc. major centr.: Ossetia, in monte Kasbek, reg. alp., Kobi ad fl. Terek.

84. **Nardia emarginata** (Ehrh.) B. Gr.

Syn. Sarcoscyphus Ehrharti Cord.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti, ad rupes schistosas regionis silvaticae inferioris. Sterilis.

85. **Nardia sphacelata** (Gies.) Carringt.

Syn. Sarcoscyphus sphacelatus Nees.

Cauc. major occ.: Abhasia, in jugo Kluchor, in irriguis juxta moles glaciales 2,300 m. (E. L.); Imeretia, Oprtscheti ad fl. Rion, ad rupes irroratas calcareas. Sterilis.

86. **Nardia Funckii** (W. M.) Carringt.

Syn. Sarcoscyphus Funckii Nees.

Cauc. major occ.: Imeretia, Oprtscheti, ad fl. Rion, in detritu schistoso; Radscha, in monte Bereleti pr. Uzeri.

87. **Nardia Levieri** Steph. l. c.

„Monoica, hypogyna, mediocris, triste viridis, in sicco subnigra, dense caespitosa. *Caulis* 2 mm. longus, erectus, simplex vel pauciramosus, crassus,

postice radiculis rubescentibus dense vestitus. *Folia* inferiora remotiuscula, superiora densiora, parum imbricata, ovata, apice rotundato-truncata, integerrima, plano disticha, antice decurrentia, postice breviter inserta. *Cellulae* 0,035 mm., ipsa basi parum longiores, trigonis magnis acutis, interdum confluentibus; facies postica foliorum saepe usque ad apicem radiculis longis in caulem descendentibus vestita, in foliis adultis nuda. *Amphigastria* nulla. *Perianthia* terminalia, postice innovata, foliis fere occulta, apice solo exserto, *folia floralia* 2, perianthium vaginatim amplectentia eoque ad basin et medio accreta, apice recurvo-patula; perianthium inferne crassum superne unistratum, tenuis, ceterum nudum, inflato-infundibuliforme, ore mamillaeformi, minimo in centro perianthii apicis subtruncati, quod colesulam Liochlaenarum in memoriam revocat. Cellulae oris elongatae, digitiforme dispositae, apice liberae. *Antheridia* in axillis bractearum subfloralium; bracteae confertae, basi amplectentes brevi-saccatae, antice recurvae, postice erectae dense imbricatae. Capsulam maturam haud vidi.

Cauc. major occ.: Svania, ad rivulos alpinos jugi Utbiri 2,400 m. ad terram leg. Levier 1890 mense Augusto c. per. jun.

Proxima *Nardiae* (*Jungermaniae*) *lanigerae* Mitt. (Himalaya, Philippinae Insulae) quae differt foliis fere rotundis, vaginatim amplectentibus, erectis, apice squarroso-recurvis, perianthio dense radiculoso, longius exserto, clavato, apice pluriplicato, foliisque floralibus trijugis alte accretis". Stephani l. c. p. 70.

31. **Cesia** B. Gr.

88. **Cesia corallioides** (Nees.) Carruth.

Syn. Gymnomitrium corallioides Nees.

Cauc. major centr.: Ossetia, in regione alpina montis Kasbek.

89. **Cesia obtusa** Lindb.

Cauc. major centr.: Ossetia, in regione alpina montis Kasbek.

90. **Cesia concinnata** (Lightf.) B. Gr.

Syn. Gymnomitrium concinnatum Cord.

Cauc. major centr.: Ossetia, in regione alpina montis Kasbek.

32. Blasia Mich., B. Gr.

91. Blasia pusilla L., B. Gr.

Cauc. major occ.: Kuban, in valle Kükürtli, ad radices occid. montis Elbrus 15—1,800 m. (E. L.).

33. Pellia Radd.

92. Pellia endiviaefolia (Dicks.) Dum.

Syn. Pellia calycina Nees.

Cauc. major occ.: Radscha, Uzeri.

93. Pellia epiphylla (L.) Dum.

Cauc. major occ.: Svania, inter Muri et Lentechi (E. L.), in silvis editioribus supra ripam occid. fl. Nakra 1,800 m. circ. et in silvis editioribus supra ripam occid. fl. Neuskra 2,100 m. circ. (E. L.).

Cauc. major centr.: Ossetia, Lars ad fl. Terek.

Cauc. minor occ.: Adjaria, in silvis editioribus jugi Chauli Pereval supra Danais Para-ul (E. L.).

Achalzich.

3. ANTHOCEROTACEAE.

34. Anthoceros Mich.

94. Anthoceros dichotomus Radd.

Cauc. minor occ.: Batum (Kaernbach).

INDEX.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ
TOM. XIX. № 13.

UNDERSÖKNINGAR

ÖFVER

REAKTIONSHASTIGHETEN

VID

LAKTONBILDNINGSPROCESSEN.

II.

AF

EDV. HJELT.



Ur mina tidigare undersökningar öfver reaktionshastigheten vid laktonbildningen hos enkla γ-oxysyror framgår, att vid inträde af alkyler i den kolförkedjning, som vid laktonbildningen slutes, den lätthet, hvarmed vattenafspjelkningen försiggår, ökas. I anslutning till dessa försök har jag äfven underkastat ett antal tvåbasiska γ-oxysyror undersökning i samma syfte. I detta fall erhålles vid reaktionen icke neutrala laktoner utan laktonsyror. Likasom hos de enkla oxysyrorna γ-oxysmörsyran, hvilken öfvergår i den enklaste laktonen, butyrolakton, bildade utgångspunkten för undersökningarna, har jag här utgått från den motsvarande enklaste tvåbasiska syran, itamalsyra, som öfvergår i parakonsyra (butyrolaktonkarbonsyra),

$$\begin{array}{ccc} & CO_2\,H & \\ CH_2 - & CH - & CH_2 \\ | & & | \\ O & \text{———} & CO \end{array}$$

Tack vare de å Fittigs laboratorium utförda omfattande undersökningarna öfver kondensationen mellan aldehyder och tvåbasiska syror, har möjlighet förelegat till en jämförelsevis lätt framställning af homologa itamalsyror eller närmast, alkylsubstituerade parakonsyror. Förutom den enkla parakonsyran, hvilken framstälts ur itakonsyra, har jag genom kondensation af acetaldehyd, propionaldehyd, isobytyraldehyd, valeraldehyd, enantaldehyd och benzaldehyd med bernstenssyra framstält metyl-, etyl-, i-propyl-, i-butyl-, hexyl- och fenylparakonsyra, samt dessutom terebinsyra (dimetyl-parakonsyra) genom oxidation af terpentin. De undersökta syrorna hafva således alla varit sammansatta enligt typen

$$\begin{array}{cccc} & & CO_2\,H & \\ & & | & \\ R.\ CH - & & CH - & CH_2 \\ | & & & | \\ O & \text{———} & & CO \end{array} \quad \text{eller} \quad \begin{array}{ccc} & CO_2\,H & \\ & | & \\ R_2 - C: & CH - & CH_2 \\ | & & | \\ O & \text{———} & CO \end{array}$$

Genom behandling med kalihydrat hafva ur dessa laktonsyror salt af motsvarande itamalsyror framstälts, hvarefter syran frigjorts genom tillsats af saltsyra. Emedan en del af de nämda parakonsyrorna endast i mycket ringa grad äro i vatten lösliga, har icke samma utspädningsgrad kunnat användas som vid de tidigare försöksserierna, nämligen $^1/_{20}$-norm. lösning, utan $^1/_{40}$-norm. lösning.

De undersökta lösningarna hafva beredts på följande sätt. Af laktonsyran ha afvägts 0,00275 mol. (i gram), som försatts med ett ringa öfverskott af $^1/_5$-norm. kalihydrat och lösningen uppvärmts till kokning. Den afsvalnade lösningen har efter neutralisation försatts med 50 c. c. $^1/_{10}$-norm. saltsyra samt utspädts till 100 c. c. Lösningen har fördelats i portioner af 10 c. c. och uppvärmningen har skett i den förut beskrifna apparaten. Emedan laktonbildningen visat sig hos en del syror vid 100° försiggå så raskt, att processen icke väl kunnat följas, har en lägre temperatur här användts (55°). Resultaten hafva vid dessa försök icke kunnat utfalla lika noggrant som vid den förra undersökningsserien. Lösningens titer under reaktionsförloppet minskas här endast med ung. 25 c. c. ($^1/_{100}$ norm. $Ba(OH)_2$), under det minskningen i förra fallet närmar sig 50 c. c. Dertill kommer, att sjelfva titreringen egendomligt nog öfverhufvud icke här kan utföras med samma skärpa som i en blandning af fri oxysyra och neutral lakton.

Reaktionskoefficienten (Ac) är äfven här uträknad enligt den för reaktioner af andra ordningen gällande formeln:

$$\frac{x}{A-x} \cdot \frac{1}{t},$$

der A angifver den ursprungliga mängden syra och x den under tiden t omsatta mängden. Emedan vid reaktionen den tvåbasiska syran öfvergår i enbasisk, bör naturligtvis, i fall värdet på A angifves i c. c. $Ba(OH)_2$, halfva titern afdragas från antalet vid titreringen funna c. c. $Ba(OH)_2$.

Itamalsyra i parakonsyra,

$$\begin{array}{l} \quad\; CO_2H \\ CH_2 . CH . CH_2 . \\ | \qquad\quad\;\; | \\ O \text{———} CO \end{array}$$

Temp. 55°.

t	c. c. $Ba(OH)_2$ (titer 49,0)	% 2-bas. syra	Ac
0	48,25	97,0	
10	47,95	95,7	0,00128
30	47,4	93,3	0,00095
120	46,8	90,1	0,00054
250	45,5	85,0	0,00052
390	44,2	79,7	0,00053
560	43,6	77,2	0,00044
780	42,7	73,2	0,00039

Vid en annan bestämningserie erhöllos följande tal:

0	48,0	96,0	
30	47,45	93,7	0,00080
620	43,2	75,1	0,00041
920	41,5	68,6	0,00042
1470	38,9	58,1	0,00043

Metylitamalsyra i metylparakonsyra,

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\; CO_2H \\ \qquad\qquad\;\; | \\ CH_3 . CH . CH . CH_2 . \\ \qquad\; | \\ \qquad\; O \text{———} CO \end{array}$$

Smp. 73°.

Temp. 55°.

t	c. c. $Ba(OH)_2$ (titer 51)	% 2-bas. syra	Ac
0	49,7	95,0	
10	49,3	93,3	0,0017
40	47,7	87,1	0,0022

t	c. c. $Ba\,(OH)_2$ (titer 51)	$^0/_0$ 2-bas. syra	Ac
100	$44{,}2$	$73{,}3$	$0{,}0029$
220	$38{,}2$	$50{,}4$	$0{,}0042$
400	$31{,}5$	$23{,}5$	$0{,}0076$
(760	$25{,}7$	$0{,}8$	$0{,}1640$)
	(titer $49{,}5$)		
0	$48{,}05$	$94{,}1$	
40	$45{,}9$	$85{,}4$	$0{,}0025$
100	$41{,}6$	$68{,}1$	$0{,}0038$
220	$36{,}1$	$46{,}9$	$0{,}0047$
430	$30{,}2$	$22{,}0$	$0{,}0076$

Etylitamalsyra i etylparakonsyra.

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\qquad\quad CO_2H \\ \qquad\qquad\qquad\quad | \\ C_2H_5 \,.\, CH \,.\, CH_2 \,.\, CH_2 \,. \\ \qquad\quad | \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\quad O \;\text{———}\; CO \end{array}$$

Smp. 85^0.

Temp. 55^0.

t	c. c. $Ba\,(OH)_2$ (titer $49{,}1$)	$^0/_0$ 2-bas. syra.	Ac
0	$47{,}3$	$92{,}6$	
10	$45{,}7$	$86{,}1$	$0{,}0076$
30	$43{,}35$	$77{,}0$	$0{,}0080$
60	$39{,}9$	$62{,}5$	$0{,}0081$
100	$36{,}0$	$46{,}6$	$0{,}0099$
160	$32{,}15$	$30{,}9$	$0{,}0025$
225	$28{,}8$	$17{,}3$	$0{,}0194$
300	$26{,}7$	$8{,}8$	$0{,}0317$

En annan bestämning (56^0) gaf.

	(titer $48{,}5$)		
0	$47{,}5$	$95{,}9$	
10	$46{,}0$	$89{,}7$	$0{,}0069$
30	$43{,}85$	$80{,}4$	$0{,}0066$

t	c. c. *Ba (OH)₂* titer 48,5	% 2-bas. syra	*Ac*
60	39,75	63,9	0,0083
100	35,75	47,4	0,0102
160	31,1	27,9	0,0150
220	28,3	16,7	0,0218

Diaterebinsyra i terebinsyra.

(Dimetylitamalsyra i dimetylparakonsyra).

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CO_2H \\ (CH_3)_2 . CH . \dot{C}H - CH_2 \\ \qquad\quad | \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\quad O \text{———} CO \end{array}$$

Temp. 56°.

t	c. c. *Ba (OH)₂* (titer 49,25)	% 2-bas. syra	*Ac*
0	47,6	93,3	
10	45,4	84,5	0,0106
40	38,7	56,9	0,0160
70	33,7	33,0	0,0227
100	30,3	23,2	0,0304
130	28,35	15,2	0,0400
190	26,1	6,1	0,0754
(240	24,9	1,2	0,3153)

0	47,5	92,9	
10	45,35	84,2	0,0103
30	40,5	64,5	0,0147
60	35,15	42,4	0,0195
90	31,7	28,8	0,0270
130	28,2	14,6	0,0424
(240	24,9	1,2	0,3000)

Isopropylitamalsyra i isopropylparakonsyra,

$$\begin{array}{ccccc} & & & CO_2H & \\ & & & | & \\ \genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{CH_3}\!>\!CH\,. & CH\,. & & CH\,. & CH_2\,. \\ & | & & & | \\ & O & \text{———} & & CO \end{array}$$

Smp. 73°.
Temp. 55°.

t	c. c. *Ba (OH)₂* (titer 49,1)	% 2-bas. syra	Ac
0	46,65	90,0	
10	41,6	69,5	0,0296
20	37,6	53,4	0,0342
30	34,0	38,5	0,0411
50	29,4	19,8	0,0715
80	26,7	8,7	0,1160
	(titer 48,5)		
0	47,4	96,2	
10	42,7	76,1	0,0255
30	35,6	46,8	0,0346
60	28,55	17,7	0,0738

Isobutylitamalsyra i isobutylparakonsyra,

$$\begin{array}{cccccc} & & & & CO_2H & \\ & & & & | & \\ \genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{CH_3}\!>\!CH\,. & CH_2\,. & CH\,. & & CH\,. & CH_2\,. \\ & & | & & & | \\ & & O & \text{———} & & CO \end{array}$$

Smp. 124°.
Temp. 55°.

t	c. c. *Ba (OH)₂* (titer 49,1)	% 2-bas. syra	Ac
0	48,2	96,3	
10	47,0	91,8	0,0053
30	44,8	82,4	0,0055
60	41,5	69,0	0,0066
100	37,6	53,1	0,0081
160	33,1	34,8	0,0110
220	30,0	22,2	0,0152
300	27,4	11,2	0,0243
360	25,7	4,6	0,0543

Hexylitamalsyra i hexylparakonsyra,

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\qquad CO_2H \\ \qquad\qquad\qquad | \\ C_6H_{13} . CH . CH . CH_2 . \\ \qquad\quad | \qquad\qquad | \\ \qquad\quad O \text{———} CO \end{array}$$

Smp. 89°.

Temp. 55°.

t	c. c. $Ba(OH)_2$ (titer 49,5)	% 2-bas. syra	Ac
0	48,1	94,3	
10	47	89,8	0,0050
20	45,4	83,4	0,0065
40	42,6	71,8	0,0077
70	38,5	55,5	0,0099
100	35,1	41,8	0,0125
160	30,3	22,4	0,0200
220	26,8	8,3	0,0471
(260	25,1	1,4	—)

0	47,8	93,1	
10	46,7	88,7	0,0050
20	45,2	82,6	0,0063
40	42,4	71,3	0,0076
70	38,4	55,2	0,0098
100	35,0	41,5	0,0125
160	30,1	21,6	0,0206
220	26,5	7,1	0,0501
(260	25,0	1,0	—)

Fenylitamalsyra i fenylparakonsyra,

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CO_2H \\ \qquad\qquad\quad | \\ C_6H_5 . CH . CH . CH_2 . \quad \text{Smp. } 99^0. \\ \qquad\quad | \qquad\qquad | \\ \qquad\quad O \text{———} CO \quad \text{Temp. } 55^0. \end{array}$$

t	c. c. *Ba (OH)*$_2$ (titer 51)	% 2-bas. syra	*Ac*
0	50,5	98,0	
10	50	96,1	0,0020
40	49,1	92,2	0,0015
100	46,4	82,0	0,0019
220	44,2	73,3	0,0015
400	39,5	55,0	0,0019
760	33,4	31,0	0,0026
1480	27,5	7,8	0,0077
	(titer 49,5)		
0	48,7	96,8	
10	48,2	94,7	0,0021
40	47,3	91,1	0,0015
100	45,6	84,2	0,0015
220	42,1	70,0	0,0017
400	38,4	55,1	0,0019
760	32,2	30,1	0,0029
1480	26,3	6,3	0,0090

De anförda reaktionskoefficienterna äro, såsom redan nämdt, beräknade enligt den för reaktionen af andra ordningen gällande formeln. Ur bestämningarna framgår emellertid, att de sålunda beräknade koefficienterna icke visa konstans utan tilltaga i den mån reaktionen framskrider. Vid undersökningarna öfver de enkla oxysyrornas öfvergång i lakton iakttogs samma förhållande särskildt vid ftalidbildningen ur oxymetylbenzoesyra. Fil. mag. U. COLLAN[1]) har ådagalagt, att den ofvannämda formeln är bristfällig, i ty att reaktionshastigheten äfven är beroende af den vid framskridande process sig ständigt för-

---

[1]) Ein Beitrag zur Kenntniss der Autokatalyse (inlemnad till offentliggörande i Finska Vet. Soc. Öfversigt).

ändrande elektrolytiska dissociationsgraden hos oxysyran, hvilket förhållande icke finner något uttryck i formeln. Förhållandet måste här gestalta sig mera kompliceradt än vid bildningen af neutral lakton, emedan produkten här är en syra — en enbasisk laktonsyra — hvars dissociationsgrad äfven vid framskridande process förändras, ehuru i motsatt rigtning.

Att reaktionskoefficienterna vid en del enkla oxysyrors öfvergång i lakton visa konstans eller ett aftagande, beror antagligen på att en motsatt reaktion, återbildning af oxysyra ur lakton, eger rum.[1]) Särskildt lätt försiggår denna hos butyrolakton, vid hvars bildning reaktionskoefficienten äfven starkt aftager vid framskridande reaktion.

Hos de undersökta tvåbasiska oxysyrorna eger den laktonbildningen motsatta reaktionen i högst obetydlig grad rum. Den enda hithörande reaktion, der oxysyrebildningen kan utöfva ett större inflytande, är den jämförelsevis trögt förlöpande parakonsyrebildningen ur den enkla itamalsyran, hvarest äfven en sänkning i reaktionskonstanten skönjes.

Hos de tvåbasiska oxysyrorna försiggår laktonbildningen betydligt lättare än hos de enkla oxysyrorna. En direkt jämförelse mellan reaktionshastigheten hos de förre och de senare tillåta de gjorda undersökningarna icke, emedan försöken äro anstälda vid olika temperaturer (55^0 och 100^0). Emellertid visar sig, att inträdet af en karboxyl i den kolförkedjning, som vid reaktionen slutes, i väsendtlig mån höjer benägenheten för inre vattenafspjelkning.

Jämför man åter reaktionshastigheterna hos de särskilda tvåbasiska syrorna inbördes, framträder mycken olikhet. Liksom γ-oxysmörsyran betydligt trögare öfvergår i lakton än dess homologer, så försiggår äfven hos den enklaste af de undersökta tvåbasiska oxysyrorna, itamalsyran, laktonbildningen jämförelsevis långsamt. *Alla* alkylsubstituerade itamalsyror afgifva lättare vatten än denna. Det inflytande de olika kolväteradikalerna i detta afseende utöfva är mycket olika. Storleken hos alkylen är emellertid icke bestämmande, så nämligen, att vid tilltagande molekylarvigt hos syran laktonbildningshastigheten skulle ökas. Anordnas radikalerna efter det påskyndande inflytande de utöfva, erhålles följande serie: fenyl, metyl, isobutyl, etyl, hexyl, dimetyl och isopropyl. För öfverförande t. ex. af 50% af syrorna i laktonsyror åtgå (vid 55%) för:

---

[1]) Anm. Då OSTWALD i sin uppsats öfver autokatalys (se Ber. Verh. Sächs. Ges. Wiss. 9 juni 1890) på grund af HENRYS ännu icke offentliggjorda undersökningar öfver bildningen af valerolakton, anser konstanten vid laktonbildningsprocessen kunna beräknas enligt den för reaktioner af andra ordningen gällande formeln, så beror detta utan tvifvel derpå, att denna formel för valerolaktonbildningen *tillfälligtvis* gifver en konstant reaktionskoefficient.

itamalsyra circa	. . . .	1,900	min. (beräkn.)
fenylitamalsyra	. . . .	475	„
metyl „	. . . .	222	„
isobutyl „	. . . .	110	„
etyl „	. . . .	100	„
hexyl „	. . . .	82	„
dimetyl „	. . . .	49	„
isopropyl „	. . . .	22	„

Inträdet af fenyl utöfvar således det minsta inflytandet, den höjer hastigheten 4 gånger, metyl höjer hastigheten circa 8 gånger och etyl circa 16 gånger. Mellan etylens och isobutylens inflytande är skilnaden mycket ringa. Anmärkningsvärd är den betydande olikheten mellan etylitamalsyran och den isomera dimetylitamalsyran (diaterebinsyran), i det hos den förra vattenafspelkningen försiggår dubbelt hastigare än hos den senare. En om också icke fullt lika stor olikhet i detta afseende visade vid de tidigare undersökningarna de analogt sammansatta isomera syrorna normal γ-oxykapronsyra och γ-oxyisokapronsyra. Isopropyl utöfvar egendomligt nog den största inverkan, den höjer hastigheten mer än 80 gånger.

Olikheten i reaktionshastigheten kunde väl till en del bero på syrornas olika elektrolytiska dissociationsgrad. Denna torde emellertid icke kunna utan stor svårighet hos dessa syror bestämmas, emedan de icke kunna framställas i ren fri form. Men jämför man affinitätskoefficienterna t. ex. hos de monoalkylsubstituerade bernstenssyrorna,[1] finner man, att inträdet af en alkyl endast i ringa grad inverkar på storleken af denna koefficient och alls icke i samma förhållanden som framträdt i afseende å reaktionshastigheterna hos ofvannämda oxysyror:

		k.
bernstenssyra	. . . .	0,0068.
isopropylbernstenssyra	. . . . . .	0,0075.
etyl „	. . . . . .	0,0085.
metyl „	. . . . . .	0,0086.
isobutyl „	. . . . . .	0,0088.
propyl „	. . . . . .	0,0088.

[1]) P. WALDEN, Über die Affinitätsgrössen einiger organischen Säuren, Zeitschr. f. phys. Chemie Bd. III.

Den olika elektrolytiska dissociationsgraden hos oxysyrorna torde således icke kunna förklara den olika hastighet, hvarmed laktonbildningen eger rum, utan bör orsaken till denna sökas i stereokemiska förhållanden. Alkylernas inträde befordrar bildningen af den för vattenafspjelkning gynsammaste konfigurationen, och de olika alkylerna utöfva i detta afseende ett mycket olika inflytande. Det vore dock förtidigt att på grund af det förhandenvarande ringa materialet i detta afseende göra några mera ingående spekulationer.

[1]) Se Hjelt, Undersökningar öfver reaktionshastigheten vid laktonbildn. processen I. s. 2.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.

TOM. XIX. № 14.

UTKAST

TILL ETT

KRISTALLOKEMISKT MINERALSYSTEM

SILIKATERNA.

AF

FRED. JOH. WIIK.

MED EN PLANSCH.

Inledning.

Den mineralogiska systematiken har under senaste decennier blifvit jemförelsevis mindre odlad än under äldre perioder af mineralogins utvecklingstid. Efter G. Rose's år 1852 utgifna kristallokemiska system hafva endast tvenne system vunnit ett något allmännare erkännande nämligen det af F. Naumann i hans „Elemente der Mineralogie" framstälda systemet, i de senare upplagorna omarbetadt af F. Zirkel, samt det af P. Groth i „Tabellarische Übersicht der Mineralien" 3:dje uppl. 1890 framstälda. Den stegrade forskningsifver, som blef den närmaste följden af införandet utaf den optiska och mikroskopiska undersökningsmetoden inom mineralogin, och det deraf följande jemförelsevis hastiga upptäckandet af en mängd nya data synas hafva lemnat föga tid öfrig för sammanställandet af dessa data till ett systematiskt helt.

Och dock utgör systematiken en ganska vigtig del af den mineralogiska vetenskapen. Utom det att den genom sammanställning af redan vunna data lemnar en lättare öfversigt och dymedelst underlättar uppfattningen af dem kan den äfven leda till uppdagandet af nya sådana genom den komparation mellan de särskilda grupperna, som systemet ger anledning till samt den derpå grundade slutledningen från de bättre kända mineralierna till de mindre bekanta eller ännu okända. En sådan komparation är hvad ifrågavarande system beträffar så mycket mer på sin plats, som jag här sökt närmare utveckla den kristallokemiska teori, hvarom jag i en föregående afhandling (Om grundformerna hos kristalliserade mineralier: Öfvers. af finska Vet. Soc. Förh. XXIX) lemnat ett förberedande meddelande, och hvilken just grundar sig på en sådan komparativ betraktning af de resp. mineralierna i kristallografiskt och kemiskt hänseende. Det har härvid visat sig, att de i naturen allmännare förekommande mineralierna isynnerhet inom silikaternas afdelning bilda ett afslutadt helt, hvars särskilda länkar stå till hvarandra i ett nära genetiskt samband.

Då nu sålunda ifrågavarande system står i nära samband till nämnda kristallokemiska teori och delvis grundar sig derpå, kan det äfvenledes betecknas såsom kristallokemiskt och ansluter sig derigenom till det af N. NORDENSKIÖLD 1849 framstälda „atomistiskt-kemiska" systemet samt ofvannämnda af ROSE 1852 offentliggjorda kristallokemiska system.

Innan jag öfvergår till en närmare framställning deraf torde det vara skäl att i korthet anföra grunddragen af ofvanför nämnda kristallokemiska teori, nämligen först den kristallografiska delen deraf, sedan den kemiska och slutligen förhållandet dem emellan, med hänvisning för öfrigt till den ofvan citerade förelöpande afhandlingen.

Kristallofysisk molekularteori. Det föreställningssätt, som af FRESNEL blifvit användt i och för förklaringen af de optiska fenomenen hos kristallerna, i det han nämligen tänker sig eterns elasticitets förhållanden uttryckta genom resp. en ellipsoïd, sferoïd eller sfer, kan naturenligt äfven tillämpas på kristallernas rent materiela molekularförhållanden: man kan nämligen tänka sig dem bildade genom aggregation i rät- eller snedvinkliga riktningar af sferiska, sferoïdiska eller ellipsoïdiska molekyler, d. ä. atomkomplexer, omslutna af deras resp. etersferer; och man kommer derigenom till följande allmänna gruppindelning af kristallerna. *)

I. Kristaller med sferiska molekyler. (Enkelt brytande kristaller).

1) Aggregationen rätvinklig: reguliära kristaller med hexaëdrisk spjelkbarhet.
2) Aggregationen dels rät- dels snedvinklig: reguliära kristaller med dodekaëdrisk spjelkbarhet.
3) Aggregationen snedvinklig: kristaller med oktaëdrisk spjelkbarhet.

II. Kristaller med sferoïdiska molekyler. (Optiskt enaxliga kristaller).

1) Aggregationen rätvinklig: tetragonala kristaller.
2) Aggregationen rät- och snedvinklig: hexagonala kristaller.
3) Aggregationen snedvinklig: rhomboëdriska kristaller.

III. Kristaller med ellipsoïdiska molekyler. (Optiskt tvåaxliga kristaller.

---

*) Ett analogt betraktelsesätt rörande kristallernas molekylarstruktur har redan af KEPLER, HUYGENS och WALLASTON blifvit framstäldt samt af DANA (A System of Mineralogy) användts i och för en systematisk sammanställning af kristallernas former.

1) Aggregationen rätvinklig: rhombiska kristaller.
2) Aggregationen rät- och snedvinklig: monoklina kristaller.
3) Aggregationen snedvinklig: triklina kristaller.

Af detta betraktelsesätt följer, att hos reguliära kristaller alla axel- resp. attraktionsriktningar äro lika, hos tetragonala och hexagonala, såväl holoëdriska som hemiedriska, två resp. tre lika, en (hufvudaxeln) olika, antingen större (hos kristaller med långsträckt sferoïdisk molekylarform) eller mindre (hos de med afplattad sferoïdisk form), hos de rhombiska, mono- och triklina alla tre hufvudriktningarna olika samt vidare att vid lika aggregationsförhållanden de sferoïdiska och ellipsoïdiska molekylerna måste attrahera hvarandra starkare i de riktningar, i hvilka de beröra eller vetta mot hvarandra med en större area eller hvilket är detsamma med en kortare attraktionsriktning. Man kommer sålunda till den allmänna lag rörande kristallernas attraktionsförhållanden, till hvilken, såsom jag redan tillförene (Mineralkarakteristik, 1881) visat, man äfven på rent empirisk väg kan komma, att de molekylära krafterna hos en kristall i afseende på deras relativa styrka förhålla sig omvändt mot attraktionsriktningarnas storlek. Men dessa senare äro lika med normalerna *) till de molekylära ellipsoïdernas tangentialplan, hvilka sistnämnda åter motsvaras af kristallytorna resp. spjelkningsytorna hos grundformen; och tänker man sig dessa utmärka de molekylära krafternas riktningar, i det man nämligen kan tänka sig de ellipsoidiska kristallmolekylerna såsom små Ampère'ska solenoïder, omslutna af elektriska eterströmmar, så kan man sålunda på kristallernas molekylarstruktur tillämpa den allmänna häfstångslagen, att krafterna förhålla sig

*) Den relativa storleken af dessa normaler är antingen lika med den af de kristallografiska axlarna (hos kristaller med rätvinklig attraktion) eller kan från dem lätt trigonometriskt beräknas (se vidare längre fram vid orthoklas). Anmärkas kan här att om grundformen är rätt vald, förhållandet mellan normalerna till dess ytor är lika eller nära lika med det enkla förhållandet 1 : 2 : 3. — Såsom jag i föregående afhandlingar antydt är ofvannämnda lag i hufvudsak öfverensstämmande med den af Bravais och Frankenheim theoretiskt deducerade lagen för förhållandet mellan spjelkbarheten och molekylarstrukturn. Såsom Mallard i sin „Traité de Cristallographie“ p. 323 framhåller är denna lag förtjent af en större uppmärksamhet än den som hittills kommit densamma till del, såsom egnad att lemna en ledning vid bestämmandet af grundformen, hvilket längre fram genom särskilda speciela exempel skall närmare visas. Märkas bör dock, att den yttre formutbildningen stundom häntyder på en annan grundform än spjelkbarheten (se t. ex. astrophyllit). Detta leder till antagandet, af en åtskilnad mellan fysiska molekyler, hvilka betinga spjelkbarheten och bestå af kemiska molekyler, och hvilkas form sålunda bero af den kem. konstitutionen, samt kristallmolekyler, hvilka bestå af en, två eller flere fysiska molekyler, och hvilkas form betingar den yttre formbildningen, samt är variabel såsom beroende af yttre förhållanden. Denna åtskilnad mellan kemiska, fysiska och kristallmolekyler framgår äfven af andra förhållanden och har äfven af andra författare antagits.

omvändt mot deras afstånd, här uttryckta genom nämnda normaler, i det att krafternas inbördes jemvigts förhållande i det molekylära kraftsystemet kan jemföras med det mellan krafterna i en matematisk häfstång.

Betecknar man normalerna till grundytorna med bokstäfverna a^1, b^1, c^1, så blifva deras reciproka värden:

$$\frac{1}{a^1} = a_1, \quad \frac{1}{b^1} = b_1, \quad \frac{1}{c^1} = c_1$$

uttrycken för motsvarande grundkrafter, och från dessa senare kommer man genom tillämpning af lagen för krafternas sammansättning medelst kraftparallelogrammen resp. parallelipipeden till resulterande eller sekundära krafter samt motsvarande normaler resp. ytor: sålunda från a_1 b_1 c_1 uttryckande de mot hexaïdytor svarande krafterna till ab_1 ac_1 bc_1 såsom uttryck för sekundära krafter, motsvarande dodekaïdytor (prismer, domer), och från dessa vidare genom sammansättning med grundkrafterna till a_2b, ab_2, a_3b_2 etc.; vidare till de mot oktaïd- resp. pyramidytor svarande krafterna abc, a_2bc, a_3b_2c o. s. v. Dessa formler kunna betecknas såsom *dynamiska* till skilnad från de reciproka, hvilka såsom närmast uttryckande normalerna och motsvarande ytor kunna betecknas såsom *molekylarformler*.

En sammanställning af dessa dynamiska och molekylära formler med de allmänt brukliga Miller'ska och Naumann'ska formlerna kan här vara på sin plats, ehuru visserligen öfvergången från de förra till de senare är ytterst lätt verkställd, alldenstund de i formelt hänseende icke äro annat än förkortade eller modifierade indices- resp. parameterformler. Följande tabellariska sammanställning kan derföre för ändamålet vara tillfyllest:

Dynamiska formler.	Miller'ska formler.	Molekylar-formler.	Naumann'ska formler.
a_1	100	a^1	$\infty O \infty$; $\infty P \bar{\infty}$.
b_1	010	b^1	$\infty P \grave{\infty}$; $\infty P \breve{\infty}$.
c_1	001	c^1	$0P$
ab_1	110	ab^1	∞O ; ∞P.
ab_2	120	a^2b	$\infty O2$; $\infty \grave{P}_2 . \infty \breve{P}_2$.
b_2c	021	bc^2	$2P\grave{\infty}$; $2P\breve{\infty}$.
abc_1	111	abc^1	O ; P.
a_3b_2c	321	$a^{1/3} b^{1/2} c = a^2b^3c^6$	$3O^3/_2$; $3P^3/_2$.

I de rhombiska och triklina systemerna är såsom vanligt a satt = den kortare biaxeln (brachydiagonalen) utom i enskilda undantagsfall, hvilka särskildt skola påpekas (se t. ex. pyroxengruppen).

Beträffande formlerna i det hexagonala (holoëdriska) systemet har jag för erhållande af en större likformighet med dem i andra systemer, närmast med det tetragonala, för biaxlarnas indices antagit ordningen a', a, b (se min Mineralkarakteristik samt Mineral. Medd. X. Öfv. af finska Vet. Soc. Förh. XXIII) i stället för den af de tyska mineralogerna f. n. allmänt använda Bravais'ska metoden, enligt hvilken indices räknas i ordning af a', b, a samt hvarannan index tages negativ. Det är dock lätt att öfverföra de förra till de senare genom att nämligen taga den andra negativ och sätta den såsom den tredje samt tillägga 0 såsom index för den axel, hvilken i de dynamiska formlerna bortfaller, såsom af följande sammanställning synes:

Dynamiska formler.	Bravais'ska formler.	Naumann'ska formler.
ab	$0\ 1\ \bar{1}\ 0$	$\infty P.$
$a'a$	$1\ 0\ \bar{1}\ 0$	
$a'a_2b$	$1\ 1\ 2\ 0$	$\infty P2.$
abc	$0\ 1\ 1\ 1$	$P.$
$a'a_2bc$	$1\ 1\ 2\ 1$	$2P2.$
$a'_2a\bar{b}c$	$2\ \bar{1}\ \bar{1}\ 1$	
$a'a_3b_2c$	$1\ 2\ 3\ 1$	$3P^3/_2.$

Då i de dynamiska formlerna indices $(h,\ k,\ l)$ för biaxlarna a', a, b, stå till hvarandra i en enkel relation, som kan uttryckas genom eqv. $h = k—l$, så kan alltid en af dem (a') bortlemnas, och sålunda en större likformighet vinnas med öfriga systemers formler. Man kommer sålunda äfven här till de enkla formlerna ab_1, a_1, a_2b, a_2bc etc. samt motsvarande molekylarformler ab^1, a^1, ab^2, ab^2c^2 o. s. v.

Vidkommande slutligen formlerna i det hexagonala systemets rhomboëdriska afdelning, så betecknas de i enlighet med Miller's uppfattning naturenligast i öfverensstämmelse med det reguliära systemets formler, i det att hexaëdern tänkes motsvara grundrhomboëdern, hvarvid de öfriga reguliära formerna komma att motsvara rhomboëdriska kombinationer. Att de rhomboëdriskt hexagonala formerna genom att sålunda hänföras till trenne lika stora, parallelt med grundrhomboëderns ytor gående axlar komma att erhålla ett beteckningssätt väsendtligen olika det för de holoëdriskt hexagonala formerna kan försva-

ras af deras från dessa senare så afvikande karakter, på grund hvaraf de ock kunna särskiljas från de holoëdriska såsom ett skildt system, på samma sätt som de monoklina och triklina från de rhombiska, ehuru väl äfven de från rent formel synpunkt kunna betecknas såsom hemiëdriska resp. tetartoëdriska rhombiska former. För öfrigt är det numera beträffande kristallsystemen i allmänhet skäl att frångå det stränga fasthållandet vid blott ett slag af axelsystem för hvart och ett af dem. Sålunda finnas fall, då äfven det rhombiska systemet naturenligast betraktas i analogi med det hexagonala, genom att hänföras till axlar gående parallelt med prismaplanen i stället för de parallelt med pinakoïdplanen gående, samt det mono- och triklina i enlighet med det rhomboëdriska genom att hänföras till trenne snedvinkliga t. ex. parallelt med tre domaytor gående axelriktningar, så t. ex. hos fältspatsgruppens mineralier, hvilkas former derigenom erhålla enklare symboler (se Mineralkarakteristik p. 126). Hos sådana pseudohexagonala kristaller förete ytorna i prismazonen en utbildning, som man med FRANKENHEIM (Pogg. Ann. 137) kunde beteckna såsom *anormal*, i det att de tautozonala formernas indices resp. parametertal följa på hvarandra såsom de udda talen, 1, 3, 5, 7 etc., sålunda ab (∞P), a_3b ($\infty P3$) etc. till skilnad från den *normala* ordningen 1, 2, 3, 4 etc. Men genom att nu hänföras till snedvinkliga parallelt med prismaplanen gående axlar förvandlas den anormala utbildningen till normal, i det de resp. formerna erhålla enklare uttryck: så kommer t. ex. det sekundära prismat ab^3, hvilket hänfördt till rätvinkliga axlar afskär dem på afstånden 1 : 3, att om det hänföres till en prismatisk axel på ett afstånd = 1 råka den andra på ett 2 gr. så stort afstånd samt sålunda motsvara det hexagonala prismat ab^2 ($\infty P2$). Hos sådana kristaller har man derföre skäl att i st. f. tvenne rätvinkliga pinakoïdala aggregationsriktningar a och b antaga tvenne snedvinkliga prismatiska, hvilka tillsammans med a eller b bilda ett pseudohexagonalt axelsystem. Uttrycker man de mot dessa snedvinkliga riktningar svarande attraktionskrafterna genom de dynamiska formlerna ab och $\bar{a}b$, i det man tänker sig dem sammansatta af $a + b$, resp. $\bar{a} + b$, så kommer man genom sammansättning af $ab + \bar{a}b$ till b_2 samt genom ytterligare sammansättning af $ab + b_2$ till ab_3 motsvarande den sekundära prismaytan a^3b. (Se vidare vid Orthoklas).

Att kristallsystemen stå i det närmaste inbördes samband börjar f. ö. allt mer och mer inses. MALLARD, TSCHERMAK m. fl. hafva försökt att gifva ett uttryck för detta nära samband särskildt i och för förklaringen af de anomala företeelser, som en så stor mängd kristaller visa i optiskt och kristallografiskt hänseende, genom att betrakta de mera symmetriska såsom tvillingsartade sammanhopningar af mindre symmetriska subindivider, hvilka i afseende på for-

men närma sig till de förra, eller äro såsom Tschermak uttrycker det *mimetiska*. Man måste dock härvid göra en bestämd åtskilnad mellan det normala och det anomala tillståndet hos molekylerna och de deraf sammansatta kristallerna, hvilka olika tillstånd i de flesta fall kunna anses bero på en isomeri resp. polymorfism, hvilket för boracit, leucit m. fl. blifvit faktiskt ådagalagdt af Mallard och Klein, men som äfven synes mig kunna antagas för mineralier med mindre tydligt utpräglad anomalstruktur; dessa såsom t. ex. anomal granat hafva af Klein m. fl. betraktats i enlighet med den på inre spänning beroende opt. anomalin hos glas och gelatin, mot hvilken åsigt dock bland andra P. Groth (N. Jb. 1887) framställt berättigade invändningar. Vidare har man att skilja ifrågavarande molekylära tvillingssammansättning af partialmolekyler, såsom jag tillförene (l. c.) visat, från tvillingsbildningen i stort mellan kristallindivider. I enlighet med detta föreställningssätt kan man utgående från de triklina (asymmetriska) kristallerna resp. molekylerna, såsom varande de i afseende på den molekylära grundformen enklaste, genom sammansättning, delvis i öfverensstämmelse med de vanliga tvillingslagarna komma till formkomplexer motsvarande de mera symmetriska systemernas symmetri- och formförhållanden och dervid tillika erhålla en förklaring öfver deras hemi- och tetartoëdrier. Man kommer på detta sätt till följande indelning af kristallerna, motsvarande den af A. Gadolin (Mémoire sur la dèduction d'un seul principe de tous les systèmes cristallographiques; Acta Soc. Sc. Fenn. T. IX 1871) på geometrisk deduktion grundade indelningen af kristallformerna i 32 grupper. *)

Enligt Gadolin särskiljas dessa grupper genom det olika antalet och läget (dispositionen) af motsvarande likartade riktningar. I enlighet med det af mig antagna uppfattningssättet af kristallernas molekyler såsom sammansatta af enklare, mindre symmetriska, tvillingsartadt med hvarandra förknippade partialmolekyler kommer åtskilnaden mellan nämnda grupper att bero på det olika antalet och läget af dessa partialformer, såsom nedanstående sammanställning närmare utvisar; de inom parentes satta bokstäfverna och siffrorna hänföra sig till motsvarande af Gadolin (l. c.) uppstälda afdelningar.

---

*) Liknande indelningar hafva senare äfvenledes från yttre geometrisk synpunkt blifvit gjorda af Curie (Bull. de la soc. mineral. de France VII 1889), Minnigerode (N. Jb. V 1887) o. a. Att jag här kommit till samma naturenliga indelning på en motsatt, så att säga inre väg talar äfven för naturenligheten af denna senare metod.

I. Triklina systemet.

1). *Hemiëdrisk afdelning* (F. 2). Grund- eller molekylarform enkel med ytor utan parallelplan (se Fig. 1).

2). *Holoëdrisk afdelning* (F. 1). Grundformen bestående af tvenne hemiëdriska enantiomorfa partialformer; de yttre enkla formerna bestående af tvenne parallelplan.

Anmärkas bör här att den triklina hemiëdrin, *) som enl. GADOLIN karakteriseras deraf, att den enkla (yttre) formen utgöres af blott ett enda plan utan motsvarande parallelplan, hittills icke blifvit anförd såsom förekommande i mineralriket. Emellertid är det tydligt, att de af mig tillförene (Mineral. medd. VIII, Finska Vet, Soc. Förh. Bd. XXV samt Zeitschr. für Krystallogr. VIII p. 205) beskrifna anorthitkristallerna från Orijärvi (Lindsayit) fig. 1 af planschen samt Sillböle (Anorthoït) fig. 2 måste betraktas såsom hemiëdriskt triklina, i det att *ab*-pl. (prismaplanen) samt *b*-pl. (brachypinakoïden) sakna parallelplan; dels i afseende härpå dels med afseende på sin allmänna formtyp med trigonal genomskärning kunna de sägas bilda hälften af den hos påvuxna anorthitkristaller vanliga formen med rhomboïdisk genomskärning. Jag betecknade tillförene (l. c.) detta egendomliga förhållande hos nämnda invuxna anorthitkristaller såsom en hemimorfism; men då en sådan egentligen icke kan antagas förekomma i triklina systemet, såsom saknande en symmetri-riktning, så betecknas det i sjelfva verket riktigare såsom en hemiëdri. I motsats till dessa hemiëdriska anorthitkristaller kunna de vanliga påvuxna kristallerna af anorthit i afseende på sin yttre formutbildning betecknas såsom holoëdriska eller sammansatta af tvenne enkla hemiëdriska former; dessa tvenne hälfter äro enantiomorfa d. v. s. de förhålla sig till hvarandra såsom en spegelbild till sitt föremål.

II. Monoklina systemet.

1). *Hemimorf afdelning* (E. 3). Grundform motsvarande tvenne enkla, hemiëdriskt triklina former, tvillingsartadt förenade på samma sida om symmetriplanet. **)

---

*) Hemiëdrin inom det triklina systemet har visserligen ej fullt samma betydelse som inom de öfriga systemerna, alldenstund man här ej kan tala om symmetriplan utan blott om en symmetripunkt eller centrum, genom hvars försvinnande hemiëdrin uppkommer. Detta bör dock ej utgöra ett hinder för att äfven här använda benämningen hemiëdri.

**) Alla de i det följande framstälda grund- eller molekylarformerna hänföra sig närmast till det anomala tillståndet; i det normala har man att tänka sig de resp. partialformerna i afseende på sina

2). *Hemiëdrisk afdelning* (E. 2). Grundform motsvarande tvenne enkla, hemiëdriskt triklina former, tvillingsartadt förenade på hvar sin sida om symmetriplanet.

3). *Holoëdrisk afdelning* (E. 1). Grundform motsvarande fyra enkla, hem. triklina former (eller tvenne hemimorft resp. hemiëdriskt monoklina).

Det hemimorft monoklina systemet uppträder hos rörsocker. Den monoklina hemiëdrin har åter af G. Williams blifvit påvisad hos pyroxenkristaller (On the possibility of Hemihedrism in the monoclinic Crystal System, with especial reference to the Hemihedrism of Pyroxene; Americ. Journ. of Sc. V. XXXVIII 1889). Pyroxenen förhåller sig sålunda analogt med anorthiten, i det den uppträder dels holo- dels hemiëdriskt, ett förhållande som redan tillförene iakttagits äfven hos andra mineralier t. ex. skapolit. Anmärkas kan härvid, att såväl beträffande anorthit och pyroxen som skapolit den hemiëdriska formbildningen anträffas företrädesvis hos invuxna *), den holoëdriska hos påvuxna kristaller; och då man af de invuxna, på alla sidor fritt utbildade kristallernas form har skäl att sluta till den egentliga grundformen, så är sålunda hos dessa mineralier den hemiëdriska formen att betrakta såsom den primära, den holoëdriska åter såsom en genom sammansättning af denna uppkommen sekundär formutbildning.

III. Rhombiska systemet.

1). *Hemimorf afdelning* (D. 3). Grundformen motsvarande fyra enkla, hemiëdriskt triklina former i tvåfaldig tvillingsställning (eller tvenne hemiëdriskt monoklina i enkel tvillingsställning; se fig. 4, 5 och 6).

2). *Sfenoïdiskt hemiëdrisk afdelning* (D. 2). Grundform motsvarande fyra enkla, hemiëdriskt triklina former, hvaraf två i parallel, två i tvillingsställning (eller tvenne holoëdriskt triklina former i tvillingsställning).

3). *Holoëdrisk afdelning* (D. 1). Grundform motsvarande 2 hemimorft rhombiska former och således 8 hem. triklina eller 4 hemiëdriskt monoklina partialformer.

---

vinklar i stället för blott närmelsevis fullt motsvara det resp. systemets vinklar 90°, 120° etc., se planschens fig. 4—8 i slutet af afhandlingen, hvilka framställa rhombiska, tetragonala och hexagonala kristaller delade i öfverensstämmelse med ofvan anförda tvillingskomplexer.

*) Så t. ex. äro de i kalksten invuxna skapolitkristallerna hemiëdriska med afseende nämligen på dipyramiden $3P3$, de påvuxna kristallerna från Laurinkaari holoëdriska.

IV. Tetragonala systemet.

1). *Sfenoïdiskt tetartoëdrisk afdelning* (B. 5). Grundform bestående af eller motsvarande 4 holoëdriskt triklina, mimetiskt tetragonala partialformer.

2). *Hemiëdriska afdelningar:* a) trapezoëdriskt hem. afd. (B. 2); b) sfenoïdiskt hem. afd. (B. 3); c) pyramidalt hem. afd. (B. 4). Grundformen motsvarande 8 hem. trikl. former i olika inbördes ställning; vid hemimorf utbildning (B. 7) af fyra sådana.

3). *Holoëdrisk afdelning* (B. 1). Grundformen bestående af eller motsvarande 16 hem. triklina eller 8 hemiëdriskt monoklina eller 2 holoëdriskt rhombiska partialformer i tvillingsställning; vid *hemimorf* utbildning (B. 6) af 8 hem. trikl. eller 4 hemiëdriskt monokl. eller 2 hemimorft rhombiska delar (se fig. 7).

V. Hexagonala systemet.

1). *Tetartoëdriska afdelningar:* a) hemimorf tetartoëdrisk afd. (C. 12). Grundform motsvarande en komplex af tre holoëdriskt triklina, mimetiskt hexagonala former i tvillingsställning med prismat såsom tvillingsyta. Genom sammansättning af tvenne sådana i omvänd ställning i hufvudaxelns riktning med lika eller olika kantriktningar motsvarande hvarandra uppkomma de *holomorfa* tetartoëdriska afdelningarna: b) trapezoëdriskt tetartoëdrisk afd. *) (C. 7) samt c) rhomboëdriskt tetartoëdrisk afd. (C. 6) med grundformer bestående af 6 holoëdr. trikl. partial former, skiljande sig genom olika ställning, så att de triklina prismaytorna i den förra afdelningen motsvara det hexagonala protoprismat, i den senare deuteroprismat.

2). *Hemiëdriska afdelningar:* a) hemimorft rhomboëdrisk afd. (C. 11) samt b) hemimorft pyramidalt hem. afd. (C. 10). Grundform motsvarande en trillingskomplex af 6 hem trikl. resp. 3 hemiedriskt monokl. former med antingen hufvudaxeln (d. ä. den pseudohexagonala zonaxeln) eller en biaxel hos partialformerna parallel med komplexens hufvudaxel. Från dessa hemimorfa afdelningar kommer man till motsvarande *holomorfa* (C. 3 och 4) genom fördubbling i hufvudaxelns riktning på samma sätt som i de tetartoëdriska afdelningar.

---

*) I denna afdelning kommer man till tvenne särskilda enantiomorfa komplexer skiljande sig deri, att de triklina partialmolekylerna förete tillsammans en spiralformig vridning åt höger eller venster allt efter som den trubbiga vinkeln mellan deras c- och b-riktningar är vänd åt den ena eller andra sidan, hvilket lemnar en förklaring öfver de i denna afdelning kristalliserande mineraliernas cirkularpolarisation (t. ex. qvarz) i öfverensstämmelse med MALLARD's åsigt härom (Ann. des Mines 1881).

3). *Holoëdrisk afdelning* (C. 1). Grundform motsvarande en tvillingskomplex af tvenne hemiëdriskt hexagonala former eller 24 hem. trikl. eller 12 hemimorft monokl. resp. 6 hemimorft rhombiska; vid *hemimorf* utbildning (C. 9) af 12 trikl., 6 monokl. eller 3 rhombiska af hemimorf utbildning.

De af Gadolin anförda afdelningarna C. 2, C. 5 och C. 8 inom hexagonala systemet förekomma icke i naturen och kunna derföre här förbigås.

VI. Reguliära systemet.

1). *Tetartoëdrisk afdelning* (A. 5). Grundform motsvarande en komplex af 4 hemimorft tetartoëdriska former med hufvudaxlarna gående normalt mot en tetraëderyta, således af 12 trikl. former.

2). *Hemiëdriska afdelningar:* a) tetraëdrisk hemiëdrisk afd. (A. 3); grundform bildad af 4 i tetraëder ytaxlarnas riktningar gående hemimorft hemiëdriskt hexagonala formkomplexer eller af 24 triklina eller 12 monoklina partialformer; b) dodekaëdriskt hemiëdrisk afd. (A. 4); grundform motsvarande 6 rhombiska partialformer i hexaederytaxlarnas riktning och sammanstötande i centrum eller ock 12 monokl. resp. 24 trikl. former (eller halfva antalet holomorfa resp. holoëdriska former).

3). *Holoëdrisk afdelning* (A. 1). Grundform motsvarande en komplex af 6 omkring en centralpunkt, i hexaëder ytaxlarnas riktningar tvillingsartadt anordnade hemimorft tetragonala, eller 8 i oktaëder-ytaxlarna riktade hemimorft rhomboëdriska, eller 12 hemimorft rhombiska mot dodekaëderytorna svarande, eller 24 mot de 24-ytiga formerna svarande monoklina eller slutligen 48 mot hexakis-oktaëderytorna svarande hemiëdriskt triklina partialformer; dessa komplexer kunna äfven betecknas såsom holomorfa eller holoëdriska och deras antal reduceras då till hälften.

Det synes mig onödigt att här ingå i en närmare redogörelse för detta betraktelsesätt, då en sådan kommer att lemnas i den speciela delen vid tillämpning af detsamma på enskilda fall. Att genom detsamma de resp. kristallsystemens och deras underafdelningars symmetri- och formförhållanden kunna erhålla sin förklaring visar f. ö. en blick på de ofvannämnda figurerna, hvilka framställa några kristallformer delade i enlighet med denna teori *). Sålunda

*) Denna teori hänför sig nu visserligen närmast till grundmolekylen; men man finner icke sällan äfven hos kristaller i stort t. ex. hos granat- och idokras kristaller en mer eller mindre regelbunden delning i partialindivider, på grund hvaraf man hos dem har skäl att tänka sig en i partialmolekyler delad centralmolekyl, till hvilken andra sådana regelbundet fogat sig åt alla sidor i de resp. aggregationsriktningarna.

finner man af fig. 7 (planschen), som framställer en hemimorf holoëdrisk tetragonal kristall (idokras), delad i 4 pseudomonoklina, resp. 8 pseudotriklina mot halfva anorthoïtformen fig. 2 svarande delar, att kanterna mellan pyramid- och prismaytorna motsvara kanterna mellan *ab*- och *b*-planen (prisma och brachypinakoïd) hos de triklina partialformerna, och således äro likartade, hvaremot om komplexen utgöres af 4 enkla pseudotriklina partialformer, analoga med hela anorthoïtformen fig. 2, blott hvarannan kant är likartad och de mot dessa kanter svarande dipyramidytorna sålunda måste uppträda hemiëdriskt eller såsom tritopyramid, såsom förhållandet är hos den pyramidalt hemiëdriska skapoliten. Fig. 8 framställer åter en holoëdriskt rhomboëdrisk kristall bestående af tvenne lika hemimorfa hälfter, hvardera sönderfallande i tre qvasimono- resp. 6 triklina delar (med prisma- och bas. plan, analoga med lindsayitformen fig. 1). I den holoëdriska formkomplexen äro deuteroprismakanterna och sålunda äfven motsvarande protoprisma-plan likartade, alldenstund den öfre hälften af en kant är likartad med den nedre hälften af den närmast stående kanten; hos den hemimorfa formen blir deremot blott hvarannan kant likartad, och protoprismat sönderfaller således i detta fall i tvenne trigonala hälfter: den ena $+\frac{\infty R}{2}$ bestående af *a*-planen (orthopinakoïderna), den andra $-\frac{\infty R}{2}$ af klinoprismaplanen a^3b och $a^{\bar{3}}b$ ($\infty P'_3$) i de hexagonala pseudomonoklina partialformerna; på samma sätt sönderfaller äfven diprismat i tvenne ditrigonala hälfter motsvarande resp. $\infty P_{\bar{m}}$ och $\infty P'_n$ *). Då de tvenne i hufvudaxelns riktning förenade hälfterna i fig. 8 äro hemimorfa kan deras sammanvexningsyta äfven utgöras af en yta parallel med basiska planet, och man kan nu tänka sig den ena vriden 60^0 omkring hufvudaxeln; den hexagonala formkomplexen blir då trapezoëdriskt tetartoëdrisk, i det att rhomboëdern förvandlas i en trigonal pyramid, bestående af tvenne qvasitriklina hälfter, och deuteroprismat, som då kommer att till läget motsvara komplexens prismakanter, af hvilka nu blott hvarannan är likartad, sönderfaller i tvenne trigonala hälfter, såsom fallet är med deuteroprismat på grund af den trapezoëdriska tetartoëdrin.

Denna sammansättning och sönderdelning af kristallerna i skilda mindre symmetriska delar visa sig nu såsom nämndt mer eller mindre tydligt vid anomal utbildning; i normalt tillstånd, enl. regeln vid högre temperatur, sammansluta sig delarna till ett fullt symmetriskt homogent helt, hvari några skilda

---

*) Den förklaring, som tillförene af NAUMANN framstälts af detta förhållande hos den hemimorfa turnalinen, i det han nämligen jemför protoprismat med en rhomboëder med oändlig hufvudaxel, som vid hemimorf utbildning måste uppträda trigonalt, är egentligen icke någon förklaring utan blott en omskrifning af företeelsen.

delar icke kunna upptäckas. Men den anomala formbildningen skiljer sig i allmänhet så litet från den normala, att den i de flesta fall blott genom optisk undersökning kan ådagaläggas. Man har derföre skäl, att hos kristallerna i det normala tillståndet antaga en atomlagring inom molekylen resp. molekylarkomplexen, som blott föga skiljer sig från den i det anomala och sålunda ock på det förra tillämpa ett analogt betraktelsesätt i afseende på den inre strukturn som det för det anomala tillståndet, och det så mycket mer som kristaller af fullt normal utbildning, t. ex. de till det yttre skenbart holoëdriska nefelinkristallerna, förete på prismaytorna asymmetriska etsfigurer, hvilket utvisar, att de i afseende på den inre strukturn utgöra en sammansättning af mindre symmetriska, ytterst hemiëdriskt triklina smådelar, till formen analoga med den trigonala lindsayit-formen eller den motsvarande albitformen, men med riktningarna *ab : b* och *b : c* fullt $= 60^0$ resp. 90^0. Skilnaden mellan det normala och det anomala tillståndet beror således blott på en ringa förändring af hufvudriktningarnas vinklar.

För att rätt förstå förhållandet mellan det normala och anomala tillståndet hos kristallerna samt öfvergången från det ena stadiet till det andra måste man lemna det gamla, häfdvunna betraktelsesättet af materien såsom något i och för sig bestående i motsats till kraften, och i stället antaga det rent dynamiska åskådningssättet af materien såsom ytterst bestående af kraftpunkter (dynamider) af mera passiv natur, hvilka stå på vissa större eller mindre afstånd från hvarandra, åtskilda genom mera aktiva eller mera rörliga eteriska kraftpunkter och dymedelst betingande uppkomsten af rumuppfyllande s. k. atomer (dynamidkomplexer) samt molekyler (atomkomplexer). *) Kristallytorna komma i enlighet med detta föreställningssätt att motsvara molekylarkrafternas riktningar, såsom ofvanföre antydts, och det är dessa riktningar resp. ytor, som förändras vid öfvergången från det normala till det anomala tillståndet och tvärtom, motsvarande en förändring af atomernas inbördes lägen samt relativa afstånd från kraftsystemets centrum. Dock kan man äfven, om man engång antager, att elementaratomerna äro af bestämda ytriktningar begränsade rum i likhet med molekylerna, uppfatta de af dem sammansatta föreningarnas molekylära riktningar såsom resulterande riktningar af de förra. Det dynamiska och molekylära föreställningssättet äro blott tvenne sidor af samma sak: det förra fäster hufvudvigten vid sjelfva krafterna, det senare vid de deraf betin-

*) En närmare framställning af förhållandet mellan materiela och eteriska krafter, såsom jag uppfattat detsamma, har jag lemnat i en afhandling, utgifven såsom Akademiskt Program (Utkast till en allmän teori med särskild tillämpning på mineralogin och geologin).

gade rumförhållandena. — I allmänhet kan antagas, att vid öfvergången från det normala till det anomala tillståndet en rumförminskning eger rum, vid motsatt öfvergång tvärtom en rumförstoring samt vidare att i det normala tillståndet atomernas och molekylernas inbördes jemvigts lägen äro konstanta eller stabila, i det anomala deremot labila och variabla, i det att vid hvarje öfvergång från det förra till det senare stadiet en variation eger rum i afseende på tvillingsgrupperingen af partialmolekylerna. Deraf kommer, att ett och samma anomalt kristalliserande mineral t. ex. leucit kunnat olika uppfattas af olika författare: såsom tetragonalt, rhombiskt, monokliniskt och trikliniskt. Det riktiga är såsom längre fram närmare skall visas att uppfatta den anomala leuciten såsom triklinisk, hvarvid dock de triklina partialmolekylerna kunna på olika sätt gruppera sig, så att det hela ter sig såsom monoklint, rhombiskt eller tetragonalt samt slutligen vid normal utbildning, vid högre temperatur, såsom reguliärt kristalliserande.

I afseende på det optiskt resp. thermiskt eteriska substratet måste samma förhållande ega rum som det beträffande det materiela d. v. s. en större symmetri uppkomma genom upprepad sammansättning af mindre symmetriska partialmolekyler till ett mera symmetriskt helt, i det att partialmolekyler med eteriskt substrat af ellipsoïdisk form d. ä. optiskt tvåaxliga dymedelst gifva upphof åt opt. enaxliga komplexer med sferoïdisk eterform, och dessa vidare åt sådana med sferisk eller enkelt brytande, alldenstund olika elasticitetsaxlar komma att få samma lägen eller riktningar och sålunda ömsesidigt kompensera hvaranda.

Till en liknande molekylarteori med den, till hvilken jag här kommit genom jemförelse mellan hemiëdriskt triklina tvillingskomplexer och kristalliserade mineraliers grundformer i allmänhet, har äfven BECKENKAMP (Die Anomalien der Krystalle 1889), kommit från betraktningen af de asymmetriska etsfigurerna hos mera symmetriska kristaller (Baryt, Aragonit m. fl.), i det han anser, att dessa kristallers molekyler äro asymmetriska *) men deras anordning i rummet af rhombisk symmetri. Sådana etsfigurer af lägre symmetri än kristallen i sin helhet kunna icke, såsom BECKE (Mineralog. Mith. XI) anser, bero blott på en störing i kristallbyggnaden, utan måste grundorsaken sökas i sjelfva molekylarkonstitutionen, i det att dessa rhombiska kristallers molekyler äro att betrakta såsom sammansatta af monoklina resp. triklina partialmolekyler i enlighet med ofvananförda kristallofysiska molekylarteori. Också har jag på grund af en

*) Äfven GRATTAROLA (Dell' unita' cristallonomica in mineralogia, 1877) har uttalat åsigten om att samtliga kristaller egentligen vore att betrakta såsem triklina, dock såsom R. BRAUNS (Die optischen Anomalien der Krystalle) anmärker utan att lemna tillräckliga bevis härför.

undersökning af anomala barytkristaller (Mineral. medd. IX Vet. Soc. Förh. XXVI) kommit till åsigten om att barytens grundform måste tänkas sammansatt af 8 triklina resp. qvasitriklina partialmolekyler; och beträffande aragoniten, så visar en jemförelse mellan dess grundform och den monoklina barytocalcitens, att de stå till hvarandra i samma förhållande som den rhombiska pyroxenen till den monoklina, hvilken vid anomal formbildning sönderfaller i triklina hälfter, (se längre fram vid pyroxen).

För att få en närmare föreställning om förhållandet mellan de lägre symmetriska resp. osymmetriska partialmolekylerna och den deraf sammansatta högre symmetriska molekylarkomplexen i sin helhet blir det af nöden att söka erhålla en föreställning om molekylernas atomistiska konstitution. Det är härtill jag genom de i det följande framstälda teorierna och deras tillämpning på silikaterna sökt komma. Jag har härvid i likhet med A. Fock (Beiträge zur Kentniss der Verhältniss zwischen Krystallform und chem. Zusammensetzung; Zeitschr. für Krystallgr. 1891) försökt att kombinera kristallografi och kemi, dock genom ett väsentligt olika åskådningssätt, icke ensidigt induktivt utan komparativt deduktivt-induktivt samt så allmänt och omfattande som möjligt. Endast på sådant sätt kan man hafva förhoppning om att inslå en väg, som leder till målet: kännedomen om förhållandet mellan form och innehåll hos mineralierna.

Atomistisk-dynamisk elementarteori. Man följer vanligen inom mineralogin fortfarande så noga de kemiska systemen och teorierna, att densamma strängt taget ännu såsom under Berzelii tid kan sägas utgöra blott en del, ett excerpt af kemin. Ty den skiljer sig under sådana förhållanden icke mera från den oorganiska kemin än denna från den organiska. Att mineralogin tager i betraktande de i naturen förekommande kemiska föreningarna (mineralierna), kemin de på konstgjord väg frambragta är icke ett tillräckligt skäl för att beteckna mineralogin såsom en sjelfständig vetenskap, och blir det i samma mån mindre som det lyckas kemisterna att artificielt framställa föreningar öfverensstämmande med de naturliga mineralierna. Också betecknas mineralogin af Groth (Studium der Mineralogie auf Deutschen Hochschulen) blott såsom en descriptiv kemi.

Om således mineralogin verkligen skall kunna uppträda såsom en sjelfständig, från kemin särskild vetenskap samt derjemte höja sig från det descriptiva, rent empiriska stadiet till ett högre, förklarande stadium, så måste en förändring eller komplettering af det hittills rådande rent kemiska åskådningssättet ske. Också kan man redan, mer eller mindre tydligt hos olika författare, finna en skiljaktighet mellan mineralogens och kemistens sätt att gå till väga vid betraktningen af de oorganiska föremålen deri, att den förre i främsta rummet

betraktar de yttre morfologiska och fysiska karaktererna, den senare den inre kemiska sammansättningen, en åtskilnad, som äfven kunde karakteriseras sålunda, att mineralogen företrädesvis betraktar molekylarföreningarna, kemisten de inre atomföreningarna *). Då nu slutändamålet med såväl mineralogens som kemistens sträfvan måste vara utrönandet af förhållandet mellan de yttre karaktererna och den inre konstitutionen, så kan sålunda mineralogins metod närmare bestämmas såsom gående från de yttre till de inre företeelserna, kemins tvärtom slutande från de kemiska processerna till de yttre formförhållandena. De komplettera och understödja sålunda hvarandra utan att uppgå den ena i den andra, och endast på sådant sätt kan mineralogin försvara sin plats såsom en sjelfständig vetenskap.

Då mineralogin och kemin sålunda kunna betecknas såsom varande i afseende på metoden hvarandra motsatta, kan icke heller det i kemin använda betraktelsesättet af kropparnas inre beskaffenhet, såsom fästande alltför litet afseende vid de yttre karaktererna, utan vidare tillämpas på mineralierna. De försök, som i sådant hänseende blifvit gjorda, och af hvilka ett bland de mest genomförda är det af GROTH (Tabellarische Uebersicht der Mineralien), kunna visserligen synas tillfyllestgörande, om man blott afser att erhålla ett uttryck för mineraliernas rent kemiska natur, ehuru visserligen i sådant afseende de empiriska från analyserna direkt erhållna formlerna, sådana de t. ex. af RAMMELSBERG framstälts, lika väl lämpa sig för ändamålet.

Att verkligen den hittills använda metoden att söka utreda mineraliernas inre konstitution genom att taga blott den rent kemiska sammansättningen, sådan den framgår af de kemiska analyserna, i betraktande icke kan leda till målet, d. ä. utredandet af den inre atomistiska konstitutionen af grundmolekylen, om man icke derjemte, på sätt som i det föregående antydts, försöker att få en kännedom om formen och den inre strukturn af denna grundmolekyl, torde vara lätt att inse. Också är, trots den stora mängd af försök som gjorts af framstående forskare att utreda mineraliernas inre konstitution, vår kännedom derom ganska obetydlig. Inom kemin har man, nämligen hvad kännedomen om de organiska föreningarnas konstitution beträffar, hunnit något längre, hvilket har sin grund deri, att man i den org. kemin har att tillgå utom analysen ännu ett annat vigtigt hjelpmedel för kännedomen af föreningarnas inre

*) Äfven kunde man finna en skiljaktighet mellan mineralogin och kemin deri, att den förra betraktar atomer och molekyler i fast förening (atomstatik), den senare atomer i rörelse (atomdynamik), hvilket isynnerhet gäller för den nya af ARRHENIUS och OSTWALD införda elektro-kemiska riktningen inom kemin.

natur och inbördes förhållanden nämligen syntesen samt föreningarnas ömsesidiga reaktioner i allmänhet. Denna kan icke, åtminstone ej i samma mån, användas inom mineralogin, och det blir derföre nödigt att söka ersätta denna brist genom andra hjelpmedel, af hvilka de närmast till hands varande äro den kristallografiska bestämningen af formen och den kristallofysiska af den inre strukturn.

Det är med fästadt afseende på dessa omständigheter jag redan sedan en längre tid tillbaka försökt att framställa en kemisk teori närmast för de s. k. kemiska elementerna, men på grund deraf vidare för deras föreningar, hvilken mera än de inom kemin hittills uppstälda skulle taga de yttre kristallografiska och fysiska förhållandena i betraktande, samt dymedelst möjliggöra ett närmare ingående på relationen mellan form och innehåll hos de kristalliserade föreningarna. Denna teori är visserligen icke, lika litet som någon annan sådan, i stånd att förklara alla kända fakta, men dock en så stor del af dem, att den kan anses i hufvudsak eller i sina grunddrag vara riktig, samt förmögen af vidare utveckling, och dymedelst kunna bidraga till mineralogins hufvuduppgift: utredandet af förhållandet mellan yttre form och inre konstitution hos mineralierna.

Det är för öfrigt en orimlig fordran, att en teori, isynnerhet om den befinner sig i början af sin utveckling skall på ett fullt, adeqvat sätt motsvara de empiriska data. Man måste till en början nöja sig med approximationer, då man icke på engång kan taga i betraktande alla påverkande omständigheter, utan måste skilja mellan vigtigare och mindre vigtiga, samt tillsvidare abstrahera från dessa senare. Eller med andra ord: man måste på det spekulativa eller teoretiska området experimentera likasom på det rent empiriska eller praktiska gebitet.

Det är dessa omständigheter man bör taga i betraktande vid bedömandet af den kemiska elementarteori, som jag redan för flere år sedan framstält i en uppsats: „Försök till en på atomvigten grundad gruppering af de kemiska elementerna“, Acta Soc. Sc. Fenn. T. X., samt vidare ehuru i största korthet i „Mineralkarakteristik“ samt i ofvanciterade smärre arbeten. Då emellertid dessa framställningar äro alltför ofullständiga för att gifva en rätt föreställning derom, blir det nödigt att ingå på en något närmare betraktning deraf.

Den gamla indelningen af elementerna i metaller och metalloïder resp. icke-metalliska ämnen är för mineralogin af vida större betydelse än för kemin dels i allmänhet med afseende derpå, att de yttre fysiska karaktererna äro för mineralogen af större vigt än för kemisten, dels ock särskildt med afseende på den vigtiga åtskilnaden mellan metalliska och icke-metalliska mineralier. Men af

de senare äro syret, qväfvet och vätet, genom deras jemförelsevis permanenta gasform samt allmännare förekommande, i fysiskt och paragenetiskt hänseende så framstående framför alla öfriga, att de i ett elementarsystem, ämnadt att läggas till grund för en systematisk sammanställning af mineralierna, måste skiljas från de öfriga elementerna såsom en särskild grupp. Man kommer sålunda till en tredelning af elementerna i fysiskt hänseende. Men äfven i rent kemiskt afseende låter en sådan tredelningsprincip naturenligen tillämpa sig, i det man nämligen mellan de sedan Berzelii tid antagna tvenne hufvudafdelningarna, negativa och positiva elementer, inskjuter en tredje afdelning, de neu-

C. Negativa elementer.

III.		Cr		Mo		W	U				
	V		Nb		Ta			Bi	Sb	As	
	51.	52.	94.	96.	182.	184.	240.	210.	120.	75.	
II.	Fl	Cl	Br	J			Te	Se	S	P	
	19.	35,5.	80.	127.			128.	79,5	32.	31.	

Li 7. Na 23. Ka 39. Rb 85,5. Cs 133. Ba 137. Sr 87,5. Ca 40. Mg 24.
Mn 55. Fe 56. Co Ni 59. Zn 65. Ga 70. Cd 112. In 113. Pb 207. Tl 204. Hg 200. Ag 108. Cu 63,5.
A. Positiva elementer.

O 16
I
H 1
N 14

B 11. C 12. Si 28. Zr 90. Di 142. Ce 140. La 138. Y 90. Sc 44. Al 27. Be 9.
Ti 50. Ge 72. Sn 118. Au 196. Th 232. Os 195. Pt 194. Ir 193. Pd 106. Rh 104. Ru 103.
B. Indifferenta elementer.

trala eller indifferenta elementerna, hvilkas uppställande såsom en skild afdelning, förmedlande öfvergången mellan de tvenne andra, är berättigadt såväl från kemisk som mineralogisk synpunkt. Deras kemiska indifferens visar sig särskildt vid deras uppträdande såsom mineralier eller såsom ädla gedigna metaller samt i ädelstenar och andra mindre lätt förstörbara föreningar. Man kommer sålunda till anordnandet af de kem. elementerna på sätt närstående tringulära schema utvisar med angifvande tillika af deras atomvigter.

I föregående ofvanciterade afhandlingar hafva redan åtskilliga af de skäl, som tala för naturenligheten af en sådan anordning af elementerna, blifvit framhållna. Här må ytterligare påpekas, att den härvid tillämpade *trialistiska* principen såsom jag ville kalla den i motsats till den tillförene, i den äldre kemin använda *dualistiska* och den i närvarande tid gällande *monistiska*, visar sig giltig såväl i stort som smått, nämligen först med afseende på hufvudindelningen i de tre hufvudserierna: I. de *icke-metalliska,* II. de *halfmetalliska* (metalloïder och lätta metaller) samt III. de *metalliska* elementerna (de egentliga, tunga metallerna)*), hvar och en ytterligare sönderfallande i tre serier: A. de *positiva* (basiska), B. de *indifferenta* (neutrala) samt C. de *negativa* (företrädesvis syror bildande) elementerna. Men denna tredelning låter ännu vidare genomföra sig med afseende på de tre sistnämnda serierna A, B och C, och slutligen kunna såsom redan Döbereiner (Pogg. Ann. 1829, 15) antydt elementerna fördelas på grupper om tre och tre (triader), hvilka i afseende på sina kemiska karakterer äro med hvarandra nära förvandta samt stå till hvarandra i ett analogt förhållande. Sådana grupper äro t. ex. inom halfmetallernas resp. metalloïdernas krets: Li, Na, Ka; Ka Rb, Cs; Ba, Sr, Ca; Be, Al, Sc; La, Ce, Di; S, Se, Te; Cl, Br, J; samt af de egentliga metallerna: Fe, Ni, Co; Pd, Rh, Ru; Pt, Ir, Os; Bi, Sb, As; Cr, Mo, W; V, Nb, Ta. Hos de förstnämnda visar sig äfven i qvantitativt afseende en analogi deri, att atomvigten äfvensom atomvolymen af den mellersta af de tre med hvarandra till en triasgrupp förenade elementerna utgöra medeltalet af de tvenne andras atomvigter resp. atomvolymer, eller att de senares summa är lika med den förres dubbla atomvigt och volym. Anmärkas kan härvid, att af de tre med hvarandra sålunda förenade elementerna två i vissa afseende stå hvarandra närmare och dymedelst kunna sägas tillsammans bilda en motsats till den tredje så t. ex. Co och Ni i förhållande till Fe, Cs och Rb till Ka, Te och Se till S, ett för-

---

*) I den ofvanciterade afhandlingen i Vet. Soc. Acta T. X äro dessa hufvudserier anordnade i concentriska kretsar, hvarigenom deras tre underafdelningar blifva mindre skarpt åtskilda än i ofvanstående triangulära schema.

hållande, som äfven kan skönjas i stort, i det att den positiva och indifferenta afdelningen af de två hufvudserierna III och II stå hvarandra närmare och bilda en motsats till den tredje negativa, och likaså bilda *H* och *N* tillsammans en motsats till *O* i den innersta kretsen. Det trialistiska systemet kan sålunda sägas innefatta i sig det äldre, dualistiska, eller rättare utgöra en sammanfattning af detta och den för närvarande inom kemin och naturvetenskapen i allmänhet herrskande monistiska principen, likasom tretalet innefattar tvåtalet och enheten. Af denna sistnämnda art eller monistiska äro de elementarsystem, som på senare tid blifvit uppstälda af NEWLANDS, MENDELEJEFF, L. MEYER m. fl. och hvarvid uteslutande de kemiska karaktererna med abstraherande från de fysiska blifvit beaktade. De måste derföre betecknas såsom mindre naturliga än det af mig uppstälda trialistiska elementarsystemet, och kunna möjligen vara tillräckliga för kemistens ändamål, men icke för mineralogens för hvilken skilnaden mellan den metalliska och icke-metalliska karakteren hos elementer och mineralier har en både praktisk och teoretisk betydelse.

Naturenligheten af ofvananförda elementarsystem visar sig f. ö. såväl med afseende på elementernas qvalitativa beskaffenhet som i qvantitativt hänseende. Sålunda komma likartade elementer att stå antingen bredvid hvarandra eller på motsvarande platser inom de resp. serierna. Så t. ex. svara As och Sb i serien C. III mot P i II; Ti och Sn i B. III mot C och Si i B. II; och i afseende på atomvigten visar sig en likformighet inom de resp. serierna, så till vida som de från ett minimum vid ändpunkterna af partialserierna A, B och C öfvergå till ett maximum mot midten af dem, hvarigenom serierna (II och III) i sin helhet förete en periodicitet eller omvexling af minima och maxima, i afseende på atomvigten, och derjemte äfven i afseende på den kemiska karakteren, i det att inom de särskilda partialserierna den positiva karakteren tilltager eller den negativa aftager med stigande atomvigt. En motsvarande periodicitet visar sig äfven i afseende på spec. vigten och volymen (atomvolymen), och då undantag från denna allmänna regel förefinnas, kunna de förklaras deraf, att åtskilliga elementer sönderfalla i två eller tre allotropiska modifikationer med olika spec. vigt, äfvensom deraf, att de tunga metallernas serier (III) måste fördelas på två eller tre underordnade parallel-serier. — Såsom en likformighet mellan de resp. serierna kan här ännu påpekas, att de tvenne närmast till hvarandra stående elementerna i ändarna af serierna III. A och C samt II. B och C skilja sig från hvarandra i afseende på atomvigten genom atomenheten (dynamiden 1), samt att den med högre atomvigt är den allmännare förekommande af de två. I allmänhet anträffas, med nyssnämnda undan-

tag, de vid ändarna af partialserierna befintliga elementerna allmännare än de i midten stående med högre atomvigt.

Likformigheten eller analogin mellan de särskilda afdelningarna (A, B och C) inom de resp. serierna I, II och III ådagalägges bäst genom upplösning af deras atomvigter d. ä. de tal, som uttrycka deras resp. atomkrafter, i sina enkla faktorer eller dynamider, såsom följande sammanställning af elementerna i serierna I och II samt några vigtigare af serien III utvisar:

Positiva elementer.	*Negativa elementer.*
Li = 6.1 + 1 = 7.	
Na = 6.1 + 1 + 16 = 23.	*Fl* = 6.3 + 1 = 19.
Ka = 6.1 + 1 + 2.16 = 39.	*Cl* = 6.3 + 1 + 16 = 35.
Rb = 6.1 + 1 + 5.16 = 87 (85,5).	*Br* = 6.3 + 1 + 4.16 = 83 (80).
Cs = 6.1 + 1 + 8.16 = 135 (133).	*J* = 6.3 + 1 + 7.16 = 131 (127).
Ba = 6.1 + 2 + 8.16 = 136 (137).	*Te* = 4.3 + 2.2 + 7.16 = 128.
Sr = 6.1 + 2 + 5.16 = 88 (87,5).	*Se* = 4.3 + 2.2 + 4.16 = 80 (79,5).
Ca = 6.1 + 2 + 2.16 = 40.	*S* = 4.3 + 2.2 + 16 = 32.
Mg = 6.1 + 2 + 16 = 24.	(*O* = 4.3 + 2.2 = 16).
Mn = 6.1 + 1 + 3.16 = 55.	*V* = 6.3 + 1 + 2.16 = 51.
Fe = 6.1 + 2 + 3.16 = 56.	*Cr* = 6.3 + 2 + 2.16 = 52.
Cu = 6.2 + 2 + 3.16 = 64 (63,5).	*P* = 4.3 + 3 + 16 = 31.
Zn = 6.1 + 3 + 4.14 = 65.	*As* = 4.3 + 3 + 4.14 = 75.

Indifferenta elementer.

Be = 6.1 + 3 = 9.	*B* = 4.2 + 3 = 11.
Al = 2 (6.2) + 3 = 27.	*C* = 4.3 eller 6.2 = 12.
(*N* = 6.2 + 2 = 14).	*Si* = 6.2 + 16 = 28.
Au = 6.2 + 2 + 13.14 = 196.	*Ti* = 3.2 + 2 + 3.14 = 50.
Pt = 6.2 + 13.14 = 194.	*Sn* = 3.2 + 8.14 = 118.

Beträffande förhållandet mellan de här erhållna teoretiska atomtalen och de ofvan anförda empiriska bör anmärkas, att de förra öfverensstämma med de

senare hos flertalet elementer; endast hos några med högre atomvigt skilja sig de teoretiska något från de empiriska (inom parentes satta). Då skilnaden är något större såsom hos *Br* och *J* måste väl felet ligga hos de teoretiska atomtalen, och möjligen bero derpå, att en mindre del af de elementaratomen sammansättande dynamiderna näml. 16 (= 8.2) äro ersatta af 14 = 7.2. Men då såsom hos *Ba*, *Sr* och *Se*, skilnaden är blott = 1 eller mindre, kunde felet möjligen ligga hos de på empirisk väg funna atomvigterna, så mycket mer som dessa uppgifvas något olika af olika författare: så t. ex. *Ba* af BERZELIUS = 136,8, af PELOUZE 137,3 af MARIGNAC 137,04; *Sr* af STROMEYER 88,22, af PELOUZE 87,70, af DUMAS 87,50. För selen har GMELIN o. a. antagit atomvigten 80, hvarigenom dess atomvigt blir lika med den för brom allmänt antagna. Detta låter icke gerna förlika sig med MENDELEJEFF's elementarsystem, som uteslutande är grundadt på atomvigten, men kan väl sammanstå med det af mig uppstälda, alldenstund enligt detta elementernas olika egenskaper bero ej blott af atomenheternas (dynamidernas) antal utan ock af deras olika anordning i rummet.

Att f. ö. den af mig gjorda uppställningen af elementerna innefattar de samma naturliga grupperna resp. serierna, som de i MENDELEJEFF's system, finner man lätt vid en jemförelse dem emellan. Sålunda motsvara på några undantag när serien II. *A* i mitt system de två första vertikalserierna i MENDELEJEFF's system, II. *B* i det förra den tredje och fjerde serien i det senare, *C*. III och II i det förra de femte, sjette och sjunde vertikalserierna i det senare. De olikheter, som förefinnas, äro till fördel för naturligheten af mitt system: sålunda befinna sig de positiva tunga metallerna, hvilka bilda en lika naturlig grupp som de pos. lätta metallerna, i MENDELEJEFF's system på spridda ställen bland de öfriga elementerna, under det att de i mitt system bilda en egen serie III *A*, fördelad på tvenne parallelserier, den ena närmare den andra aflägsnare från den motsvarande serien II. *A*.

Ofvananförda i enklare tal upplösta atomvigter häntyda nu närmast på de tre elementerna *O*, *N* och *H* såsom grund- eller primära elementer, och sedan ytterligare på trenne urelementer eller primitiva dynamider med atomtalen 1, 2, 3. Också har jag vid jemförelse mellan de sålunda i sina enklare atomtal upplösta elementerna kommit till det antagande, att de ytterst bestå af trenne sådana urelementer, hvilkas relativa atomvigter eller atomkrafter kunna uttryckas genom förhållandet 1 : 2 : 3, samt vidare att de bestå af två eller tre delar, af hvilka tvenne äro konstanta inom de resp. isomorfa grupperna, den tredje variabel; de förra utgöras af en eller flere dynamider (1), (2) eller (3), den senare åter af multipler af dynamiden (2). De med hvarandra isomorfa ele-

menterna kunna sålunda uttryckas genom en gemensam formel: så t. ex. alkalimetallerna genom symbolen 6(1) + (1) + m8.(2), uti hvilken m är = 0, 1, 2, 5, 8; de alkaliska jordmetallerna genom formeln 6(1) + (2) + m8(2) med m = 1, 2, 5, 8; saltbildarne (halogenerna) genom formeln 6(3) + (1) + m8(2), med m = 0, 1, 4, 7.

Denna hypotes rörande elementernas atomistiska konstitution ansluter sig närmast till den af G. Hinrichs (On the Specta and Composition of the elements. American Journ. of Sc. 1866) framstälda, i det att jag i likhet med denna författare utom elementernas rent kemiska beskaffenhet fästat afseende äfven vid deras morfologiska förhållanden. Hinrichs går dock härvid ut från elementernas interferensspectra, och kommer dervid till antagande af en tetragonal form för nyssnämnda elementers atomer, hvilket dock icke står i samklang med den reguliära eller nära reguliära form, som i allmänhet utmärker de kristalliserade elementerna och deras enklaste (binära) föreningar, hvarföre jag ock för dem antagit en reguliär form såsom grundform, ett antagande, hvars riktighet synes mig otvetydigt framgå ur ofvannämnda symboler (se härom vidare längre fram). För öfrigt antager Hinrichs och i öfverensstämmelse med honom äfven andra författare blott ett enda urämne (urstoff), som han identifierar med väte, under det jag i enlighet med ofvannämnda trialistiska åskådningssätt antager tremne, icke blott qvantitativt utan ock qvalitativt skilda urelementer, motsvarande i hvardera hänseendet de tre kategorier man såväl i stort som i smått kan särskilja i elementarsystemet, i det att nämligen en af de tre dynamiderna (2) utgör medeltalet af de tvenne andra (1) och (3), samt kan betecknas såsom neutral eller indifferent i förhållande till (1) såsom positiv och (3) såsom negativ. Från rent formel synpunkt kan man visserligen tänka sig dynamiderna 2 och 3 uppkomma af (1), men derigenom förklaras icke deras och de af dem sammansatta elementernas olika pos., neg. och indifferenta karakter, hvilken olikhet nödvändigt synes mig fordra antagandet af en motsvarande olikhet hos uratomerna, samt tillika häntyda på en nära genetisk förvandtskap mellan dessa materiela urkrafter och den elektro-magnetiska kraften resp. etern.

Att dynamiden 1 är elektropositiv, 2 neutral och 3 negativ kan man sluta till dels induktivt deraf, att den förstnämnda företrädesvis förekommer hos de på ofvananförda sätt upplösta positiva, den andra hos de indifferenta och den tredje hos de negativa elementerna, dels deduktivt deraf, att då det elektriskt eteriska substratet hos de tre dynamiderna måste tänkas stå i ett om-

vändt, reciprokt förhållande till det materiela *), dynamiden 1 kommer att få ett öfverskott af elektrisk eter i förhållande till 3 såsom företeende en brist derpå, på grund hvaraf, i enlighet med den EDLUND'SKA elektricitetsteorin, 1 måste betraktas såsom elektropositiv i förhållande till 3 såsom negativ. Till detta förhållande kommer man ytterligare genom att identifiera 1 med en atom *H*, samt dyn. 3 med det negativa element (X), som uti saltbildarnes grupp saknas såsom motsvarighet till *Li* i de analoga enatomiga alkalimetallernas serie, och som tillika med *Fl* och *Cl* bildar en triad analog med *Li*, *Na* och *Ka*, i det att nämligen likasom $Li = 2Na - Ka$ så äfven $X = 2Fl - Cl = 2.19 - 35 = 3$. Härigenom kommer den negativa serien *C*. II att såväl i afseende på antalet elementer som med afseende på deras fördelning i underafdelningar bilda en fullständig motsvarighet till serien *A*. II. Från + 1 och —3 kommer man sedan genom sammansättning eller förening af motsatserna + 1 och — 3 till det neutrala urelementet ± 2(2).

Från dessa tre urelementers kem. karakter kunna vi nu sluta till de deraf sammansatta elementernas kemiska natur. Sålunda kan vätet såsom bestående af blott pos. dynamider (1) betecknas såsom rent positiv och qväfvet såsom rent indifferent, hvaremot syret, såsom innehållande både negativa och neutrala dynamider måste i likhet med *S* och dess förvandter *Se* och *Te*, betecknas såsom indifferent negativt, hvaraf deras föreningar med både positiva och negativa radikaler förklaras **). På samma sätt står den rent negativa karaktern af saltbildarne i samklang med deras öfvervägande halt af neg. dynamider, dock så att deras neg. karakter aftager i samma mån som de neutrala dynamiderna (2)

---

*) Förhållandet mellan det eteriska och det materiela substratet har jag antydningsvis framstält i föreg. afhandlingar (se ofvanciterade program). Här kan tilläggas att antagandet af ofvananförda reciprocitet är nödvändigt äfven för att förklara dynamidernas attraktionsförhållanden, alldenstund attraktionen mellan $+M$ och $-M$, samt $-E$ och $+E$ utjemnas af repulsionen mellan $+M$ och $+E$ samt $-M$ och $-E$, så att ett jemnvigtstillstånd kan inträda, hvarvid dock måste förutsättas, att det materiela (M) och det elektriskt eteriska substratet (E) äro i grunden likartade, eller såsom jag antagit, att det förra härstammar från det senare såsom en afsöndring deraf.

**) Syret uppträder f. ö. i tre polymera modifikationer, i det att det s. k. aktiva syret (Ozon) = 3 mol. O kan anses bestå af en mol. vanligt, neutralt syre eller sådant det uppträder i fritt tillstånd (O_2) samt en mol. eller atom syre „in statu nascenti“ (O). I enlighet härmed förklaras tvåatomigheten i fritt tillstånd hos elementerna i allmänhet, derigenom att hvarje element kan uppträda både positivt och negativt (R och R), dock i relativt olika grad, och såsom en sådan dubbelatom förhålla sig neutralt, men positivt eller negativt aktivt, då det utgöres af en resp. tre atomer, i det att $2(\bar{R}\,R) = R$ och $\dot{R}\,R\,\bar{R}$, hvarvid de tvenne elektriskt olika modifikationerna af ett och samma element kunna förhålla sig olika till hvarandra, men lika med afseende på ett annat element af starkare elektriskt motsatt natur. Detta kan förklara åtskilnaden mellan vanliga neutrala atomer resp. dynamider vare sig i fritt tillstånd eller en fast förening och elektriskt aktiva atomer (joner) i en elektrolytisk lösning eller „in statu nascenti“.

hos dem tilltaga. Samma förhållande eger rum mellan fosfor och dess metalliska förvandter *As*, *Sb* och *Bi* (4.3 + 3 + m.2), hvarvid deras mindre negativa karakter kan sättas i samband med deras mindre halt af negativa dynamider. I allmänhet aftager inom serien C. III på samma sätt som inom C II. den negativa karaktern med tilltagande halt af neutrala dynamider.

På samma sätt som den negativa karaktern hos de negativa elementerna visar sig vara beroende af den neg. dynamiden (3), så den positiva hos de pos. elementerna af dyn. (1), hvarvid man äfven här finner, att den pos. karaktern i allmänhet minskas eller blir mera indifferent med tilltagande halt af den neutrala dynamiden (2), hvarigenom de ock få en större eller mindre likhet med de egentligen indifferenta elementerna i serierna C. Deremot anträffas hos dessa sistnämnda elementers dynamidkomplexer, i öfverensstämmelse med deras förmåga att uppträda såväl negativt som positivt d. ä. både bildande syror och baser, alla tre dynamiderna företrädesvis dock den neutrala (2), hvarjemte hos dem, i st. f. den hos de negativa och positiva företrädesvis förekommande dynamidkomplexen lika med syrets atomvigt, den med qväfvets atomvigt lika förekommer. Hypotesen om elementernas sammansättning af trenne uratomer eller dynamider kan sålunda i allmänhet taget förklara deras rent kemiska natur; att den äfven är i stånd att förklara deras förenings- och formförhållanden skall i det följande visas.

Kristallokemisk atomteori *). Det enklaste föreställningssättet beträffande förhållandet i formelt hänseende mellan de tre ofvananförda uratomerna eller dynamiderna synes mig vara att tänka sig dynamiden (1) såsom en kraftpunkt, omsluten af sin etersfer resp. verkningskrets, dynamiden (2) af tvenne sådana punkter, inneslutna af en långsträckt etersferoïd samt (3) af trenne punkter med ett afplattadt eteromhölje af triangulär form. Ingen af dessa dynamider kan sålunda ensam för sig bilda eller omsluta ett rum; det minsta antalet af rumomslutande dynamider är 4, hvilka tillsammans bilda ett tetraëdriskt rum. Ett exempel på en sådan dynamidkomplex lemnar kolet $C = 4(3)$, hvilket i vigt och betydelse kan likställas med de tre gasformiga elementerna $O = 4(3) + 2(2)$, $N = 6(2) + (2)$ och $H = (1)$, i fritt tillstånd $= 2(1)$. Den beständighet, som dessa elementer visa i sitt gasformiga tillstånd, kan möjligen bero derpå, att beståndsdelarna i deras dynamidkomplexer äro utsträckta i blott en eller två riktningar, bildande en linie eller ett plan, under det att vi hos

---

*) Ehuru visserligen namnet atom icke är rätt lämpligt såsom uttryck för elementära delbara dynamidkomplexer, så synes det mig dock kunna bibehållas, så länge denna delbarhet ännu ej blifvit faktiskt påvisad.

kolet hafva att tänka oss dem fördelade i tre dimensioner, nämligen tre i ett plan och den fjerde stående öfver midten af detta plan på lika afstånd från de förra som dessa sinsemellan, således tillsammans omslutande eller bildande en reguliär tetraëder. Men C kan ock sättas $= 6(2)$, eller tänkas bildad af 6 neutrala dynamider (2), fördelade i tvenne öfver hvarandra liggande triangulära plan i omvänd ställning, bildande tillsammans ett oktaëdriskt resp. rhomboëdriskt rum. Detta står i öfverensstämmelse med de båda kolmodifikationerna diamantens och grafitens formförhållanden: tetraëdern är nämligen grundformen för den reguliärt kristalliserande diamanten, rhomboëdern för den hexagonala, i anomalt tillstånd hexagonalt-monoklina grafiten, hvars tydliga basiska spjelkbarhet häntyder på två eller tre till en spetsig rhomboëderkomplex förenade oktaëdrar, i analogi med förhållandet hos biotiten.

Kiseln $= 6(2) + 8(2)$ måste såsom företeende enahanda former som kolet hänföras till ett liknande dynamidsystem, nämligen till 6 st. 2-dynamider, grupperade oktaëdriskt d. ä. motsvarande oktaëder-hörnpunkter, hvartill ytterligare komma 8 st. 2-dynamider motsvarande de mellanliggande ytrummen, och sålunda icke åstadkommande någon förändring i den af de förra betingade oktaëdriska formen, de kunna sålunda såväl i afseende på form som innehåll betecknas såsom indifferenta. Det är derföre blott de i hörnpunkterna fördelade dynamiderna, hvilka kunna betecknas såsom den i kristallodynamiskt eller rättare kristallostatiskt hänseende verksamma delen af kiselns dynamidkomplex, och talet 12 kan sålunda sättas såsom uttryck för kisel- (och kol-) atomens kristallomolekulära jemvigtsförhållande (dess kristallostatiska moment).

Utrönandet af kolets och kiselns likasom i allmänhet de indifferenta elementernas kristallokemiska förhållanden företer så till vida större svårigheter som deras atomtal i enlighet med deras allotropiska modifikationer låta upplösa sig på olika sätt i sina enkla beståndsdelar, och de för öfrigt stå mera isolerade från hvarandra än de pos. och neg. elementerna, hvilka såsom ofvananförda tabellariska sammanställning utvisar i afseende på sina resp. dynamidkomplexer bilda serier. Dessa senare låta derföre i allmänhet med större säkerhet bestämma sig i nämnda hänseende. Sålunda häntyda de pos. elementernas 6 positiva samt saltbildarnes 6 negativa dynamider, med en dynamid (1) resp. (3) motsvarande oktaëderhörnen, på en oktaëdrisk atomform, för hvilken ock den reguliära formen hos de kristalliserade pos. metallerna samt hos deras jemte saltbildarnes binära föreningar t. ex. holoïdsalterna talar; de m.8 indifferenta dynamiderna (2) hafva vi härvid sjelffallet att tänka oss fördelade på de 8 oktaëder-ytorna, och sålunda icke utöfvande något inflytande på den redan af de 6 pos. resp. neg. dynamiderna bildade oktaëder formen; de kunna derföre

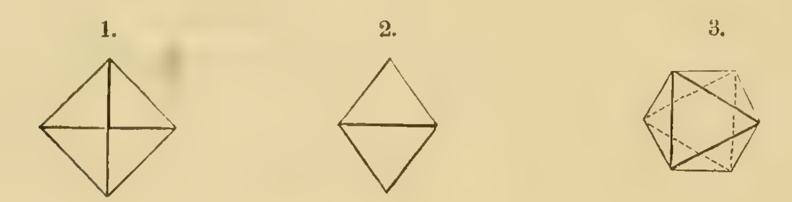
ock saknas såsom hos *Li* och *Fl*. Sålunda förklaras på ett enkelt sätt isomorfismen eller rättare homöomorfismen inom de resp. serierna, trots den olika atomvigten och den delvis äfven olika atomvolymen, hvilken senare i allmänhet inom de pos. elementernas resp. serier ökas i proportion af det tillvexande antalet 2-dynamider. Härvid är dock att märka, att de tunga metallerna hafva en relativt mindre atomvolym (8—18) eller med andra ord en mera sammanträngd dynamidkomplex än de lätta metallerna (11—70), hvilket ger anledning att sluta till att de förra bildats under inflytelsen af ett större tryck än de senare, och sålunda ock i genetiskt hänseende böra från dem åtskiljas.

Likhet i formelt hänseende (isomorfism eller homöomorfism) betingas således icke af likhet i atomvolym utan af öfverensstämmelsen i kristallostatiskt hänseende d. ä. likhet med afseende på hvad ofvan blifvit betecknadt med uttrycket: kristallostatiskt moment. Detta utgöres hos större delen af de positiva elementerna af talet 6, hos de enatomiga negativa af talet 18, samt hos de öfriga dels af 6 dels af 12 i likhet med det hos kolet och kiseln. Elementernas kristallostatiska moment stå sålunda till hvarandra i samma enkla förhållande (6 : 12 : 18 = 1 : 2 : 3) som den ofvan anförda relationen mellan normalerna till grundytorna hos grundformen; och då man, såsom ofvanföre visats, kan genom att taga de reciproka värdena till dessa normaler sluta till molekylar- eller atomkrafternas relativa förhållande inom atomkomplexen eller grundmolekylen, så kan man sålunda äfven med afseende på nämnda förhållande hos elementaratomerna sluta till deras relativa lägen inom densamma. Dessa normaler kunna derföre betecknas med de redan af andra författare (Hinrichs, Atommekanik 1867 samt Schrauf, Vergleichend-morphol. Studien üb. d. axiale Lagerung d. Atome in Krystallen, 1884), ehuru annorlunda, använda uttrycken: „atommetrar“ eller „lineära atommått“.

Men utom nämnda tvenne slag af dynamider inom elementaratomernas dynamidkomplexer, de kristallostatiskt aktiva och indifferenta, hvilka senare dock stundom kunna saknas, finnas hos flertalet af dem (se tabellen) ännu ett tredje slag, bestående af resp. dyn. 1, 2 eller 3, hvilka kristallokemiskt måste från de förra särskiljas. Beträffande läget af denna vanligen enstaka dynamid kan man icke komma till något annat antagande än att den bildar centrum eller kärnan inom dynamidkomplexen, alldenstund hvarje annat läge skulle åstadkomma en förändring af formen genom att rubba dess symmetriförhållanden. Hvad åter beträffar functionen af denna centraldynamid, så finna vi, att dyn. 1 förekommer hos de enatomiga (pos. och neg.) elementerna, 2 hos de tvåatomiga (de alkal. jordmetallerna och svafvelgruppens elementer) samt 3 hos de treatomiga (*P*, *As*, *B*, *Al*), och det ligger sålunda nära till hands att hos denna

centraldynamid söka orsaken till elementernas olika atomvärde. Allt efter som nämligen den centrala dynamiden i enlighet med ofvan gjorda antagande bildar en punkt, en linie eller en triangulär yta, så tvingas den tetraëdriska, oktaëdriska eller den dermed nära öfverensstämmande rhomboëdriska dynamidkomplexen att angripa antingen med ett hörn, d. ä. med blott en dynamid eller en kant d. ä. med två eller en yta d. ä. med tre dynamider samtidigt *). Centraldynamiden bestämmer sålunda dynamidkomplexernas d. ä. elementaratomernas inbördes ställning inom atomkomplexen eller grundmolekylen, och den kan sålunda sägas utöfva ett styrande eller riktande inflytande på dessa.

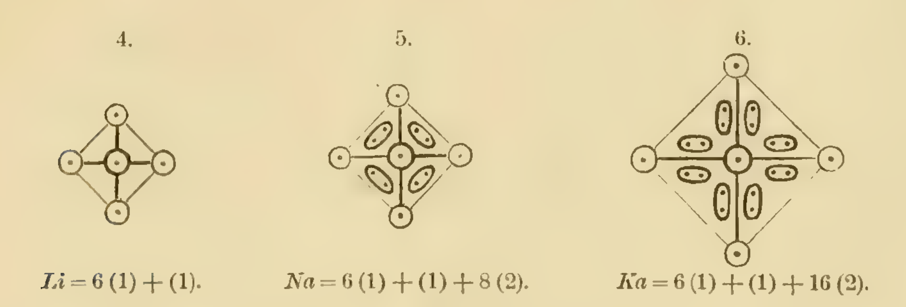
I afseende på nämnda inbördes ställning kunna de oktaëdriska dynamidkomplexerna hänföras till tre hufvudslag, hvilka kunna betecknas såsom resp. den tetragonala, den rhombiska och den rhomboëdriska ställningen, på grund af analogin med dessa systemers former, såsom följande figurer utvisa:



I den förstnämnda ställningen förekommande hos enatomiga elementer är ett hörn, i den andra (hos tvåatomiga elementer) en kant, och i den tredje (hos de treatomiga) en yta vänd åt samma håll, d. v. s. inom atomkomplexen (grundmolekylen) mot systemets centrum eller tyngdpunkt. Härvid är dock att märka, att de emellan hörndynamiderna fördelade indifferenta dynamiderna kunna allt efter olika antal och anordning äfven utöfva ett riktande inflytande på komplexen i sin helhet, såsom utvisas af följande figurer framställande lithiums,

*) Ett liknande åskådningssätt har inom den organiska kemin af J. WISLICENUS (Ueber die räumliche Anordnung der Atome in org. Molekülen) blifvit användt för att uttrycka resp. en-, två- eller trevärd bindning af tvenne kolatomer, nämligen genom att tänka sig dessa under formen af tvenne tetraëdrar förenade med resp. ett hörn, en kant eller en yta. — I samband härmed kan märkas, att kolets (och kiselns) fyratomighet samt stora mångfald i föreningsförhållandena väl kan antagas bero på frånvaron af en i en bestämd riktning styrande centraldynamid, till följe hvaraf dynamidkomplexen kan angripa med alla fyra hörnpunkterna samtidigt.

natriums och kaliums dynamidkomplexer, ungefär i relation af deras resp. atomvolymer ($Li : Na : Ka = 11{,}9 : 23{,}7 : 45{,}4$):



$Li = 6\,(1) + (1)$. $Na = 6\,(1) + (1) + 8\,(2)$. $Ka = 6\,(1) + (1) + 16\,(2)$.

Härigenom förklaras den åtskilnad, som visar sig mellan alkalimetallerna vid deras uppträdande i s. k. isodimorfa föreningar t. ex. fältspatsgruppens mineralier, i det att hos *Na* de parallelt med en kant riktade 8 ytdynamiderna (2) företrädesvis hos dynamidkomplexen åstadkomma en kant-ställning analogt med förhållandet hos den tvåatomiga *Ca*, hvars kantläge betingas af centraldynamiden (2). under det att hos *Ka* två ytdynamider äro riktade mot ett hörn och sålunda företrädesvis betinga en hörnställning hos komplexen (se vidare fältspatsarterna). Äfvenså åstadkommes hos *Mn* och *Fe* genom den triangulära fördelningen af 3 st. 2-dynamider på oktaëderytorna en motsvarighet till de tre-atomiga dubbelatomerna B_2 och Al_2, i det att derigenom dubbelatomerna Mn_2 och Fe_2 kunna uppstå, förenade med en oktaëderyta.

Att de elementära dynamidkomplexerna företrädesvis hafva en reguliär form, derför talar icke blott det öfvervägande antalet reguliärt kristalliserande elementer resp. binära föreningar utan ock den af Mallard (Bulletin de la Soc. Mineral. de France, T. VII p. 34) ådagalagda nära relationen mellan ickereguliärt kristalliserande ämnens och det reguliära systemets formförhållanden. Ett sådant närmande till det reguliära systemet förete nu äfven de tetragonala bor och tenn, det rhombiska svaflet *) samt de rhomboëdriska fosfor, arsenik, antimon, vismut, i det att deras grundformer kunna jemföras med eller ansluta sig till den reguliära oktaëdern i resp. tetragonal, rhombisk eller rhomboëdrisk ställning. Sålunda synes den enl. Brögger rhomboëdriska formen hos beryllium äfvensom den hos aluminium, till hvars rhomboëdriska form man kan sluta af

*) Att man på dessa elementers grundformer kan tillämpa den ofvan angifna lagen rörande förhållandet mellan grundytornas normaler och atomkrafterna (dynamiderna) har jag visat i föregående afhandlingar (Om grundformerna hos kristallerna samt Mineralkarakteristik).

den hos oxiden, bero på en sammanslutning af tvenne enkla oktaëdriska dynamidkomplexer i rhomboëdrisk ställning. Detta visar sig hvad aluminium beträffar äfven af den ofvan (se tab.) anförda dynamidkomplexen för Al, hvilken häntyder på tvenne sådana okt. dynamidkomplexer förenade genom dynamiden 3. Till samma resultat kommer man äfven, om man för att komma närmare den af en del kemister för aluminium antagna atomvigten 27,5 uttrycker dynamidkomplexen genom formeln $Al_2 = 2(6.2 + 7.2) + 3 = 2.27{,}5$, i hvilket fall man äfven erhåller en förklaring öfver aluminiums vanliga uppträdande såsom dubbelatom; i denna motsvara de 7 yt-dynamiderna de 7 fria ytorna i de två med en yta förenade oktaëdriska dynamidkomplexerna. Ett analogt förhållande synes ega rum med koppar, hvars atomvigt sannolikt icke är 64 utan 63,5 och således dynamidkomplexen icke den ofvananförda utan $= 2(6.2 + 2 + 3.16) + 3 = 2.63{,}5$, hvilket står i öfverensstämmelse med kopparns uppträdande såsom dubbelatom och dess reguliära kristallers rhomboëderlika habitus. Äfven på Rb (85,5), Sr (87,5) och Se (79,5) kunde ett analogt betraktelsesätt tillämpas, så mycket mer som dessa elementers ställning såsom den mellersta, i sina resp. triasgrupper äfven häntyder på deras uppträdande som dubbelatomer.

Af de tunga metallerna utmärker sig f. ö. den allmännast förekommande jernet genom en jemförelsevis enkel dynamidkomplex: $6(1) + (2) + 3.8(2) = 56$, hvarigenom den ansluter sig till de lätta tvåatomiga positiva, och vi hafva sålunda att tänka oss dess atomform såsom en oktaëder med 6 pos. dynamider (1) bildande hörnen, den neutrala dynamiden (2) såsom kärna eller centraldynamid samt 3 st. dynamider (2) motsvarande hvar sin af de 8 ytorna. Dessa tre dynamider kunna enklast tänkas riktade parallelt med de oktaëdriska kanterna, och de bilda sålunda på hvarje yta en triangulär komplex, motsvarande dynamiden 3 i dubbelatomen Al_2, och sålunda förklaras såsom redan ofvan antydts uppkomsten af den motsvarande dubbelatomen Fe_2. — Här kan slutligen påpekas, att den först af NEWLANDS s. k. „Oktavlagen“ (Law of octaves), sedan af MENDELEJEFF närmare utvecklade „periodiska“ lagen tydligen beror på den oktaëdriska formen hos dynamidkomplexerna (elementaratomerna), hvarigenom de beslägtade elementerna komma att skilja sig på 8.2 atomenheter.

De nu anförda exemplen torde vara tillräckliga att visa naturenligheten af ifrågavarande kristallokemiska teori och dess berättigande att uppställas såsom grund för ett kristallokemiskt mineralsystem d. ä. ett sådant, hvilket såsom ändamål uppställer utredandet af förhållandet mellan form och innehåll hos mineralierna. Ehuru denna teori i afseende på de här antagna atomistiskt dynamiska konstitutionsformlerna för elementerna till en början måste vara delvis mer eller mindre osäker och vacklande, skall den dock vid fortsatt tillämpning

på speciela fall kunna utveckla sig till en allt större säkerhet och bestämdhet, alldenstund den i afseende på sina grundprinciper kan betecknas såsom riktig. Detta bestyrkes bland annat deraf, att samma föreställningssätt, som här blifvit använd för dynamidernas föreningar till elementaratomer, på ett naturenligt sätt äfven kan tillämpas på de senares föreningar till atomkomplexer eller molekyler, och ännu ytterligare på molekylernas sammangruppering till molekylarföreningar. I hvardera af dessa föreningar af högre ordning, atomföreningar och molekylarföreningar, kan man likasom i dynamidföreningarna, utom de egentliga, formen betingande atomerna resp. molekylerna särskilja en eller flere centrala atomer eller molekyler samt atomer eller molekyler (vanligen O och H_2O) i atom- resp. molekylarkomplexens yttre del mellanlagrade de förstnämnda, och sålunda motsvarande de indifferenta dynamiderna i elementaratomerna.

Jag har vid framställandet af denna elementarteori förutsatt riktigheten af Prout's hypotes, att atomvigterna låta uttrycka sig genom rationela tal eller äro rationela multipler af vätets atomvigt. Detta har visserligen blifvit bestridt af åtskilliga kemister, särskildt af Stas i hans berömda arbete: Untersuchungen über die Gesetze der chemischen Proportionen, über die Atomgewichte etc. 1867, i hvilken han på grund af en mängd omsorgsfulla och noggranna analyser uttalar såsom sin bestämda öfvertygelse, att atomvigterna icke stå i ett sådant rationelt förhållande till hvarandra, utan måste uttryckas genom irrationela tal. Dessa tal ligga dock såsom Stas sjelf anmärker så nära rationela hela eller halfva tal, att man i rent praktiskt hänseende utan större fel än de som vanligen vidlåda sjelfva experimenterna kan använda de senare i st. f. de förra. Men af samma skäl kan man då äfven använda dessa enkla rationela atomtal vid teoretiska betraktelser öfver elementernas konstitution, alldenstund det till en början endast kan blifva fråga om approximativa uttryck derför. Äfven förutsatt således, att dessa irrationela tal verkligen motsvara atomvigterna och att den Prout'ska lagen altså vore oriktig, så utgör detta icke något bevis emot riktigheten af den af mig uppstälda teorin. Man behöfver nämligen i sådant fall blott i st. f. det ofvan antagna rationela förhållandet 1 : 2 : 3 sätta ett till detta sig närmande irrationelt förhållande såsom uttryck för de ofvan antagna urelementernas eller dynamidernas relativa atomtal. Detta förhållande öfverensstämmer i sådant fall ännu bättre med det motsvarande förhållandet mellan grundformens ytnormaler, hvilket såsom beroende af värmet äfvenledes måste vara irrationelt, i likhet med grundformens axelförhållande, och sålunda blott närmelsevis kan uttryckas genom de relativa talen 1 : 2 : 3. I såväl ena som andra fallet ligger dock det verkliga irrationela förhållandet så nära

det antagna enklare rationela, att man utan något nämnvärdt fel kan använda detta senare.

Här kan det vara på sin plats att nämna några ord äfven om de allmänna grunderna för det kristallokemiska mineralsystemet. Det kunde ifrågasättas, hvilkendera af de tvenne momenterna, den kemiska sammansättningen eller kristallformen, som bör tillerkännas en större betydelse, och sättas såsom hufvudindelningsgrund för systemet. Då nu emellertid det senare momentet är beroende af det förra, icke tvärtom, sätta vi det här såsom indelningsgrund för hufvudafdelningarna: silikater, öfriga salter och oxider samt svafvelmetaller och elementer, och särskilja dessa vidare i underafdelningar (klasser) med fästadt afseende ej blott på de kemiska utan så vidt möjligt äfven på de fysiska egenskaperna, särskildt den vigtiga åtskilnaden mellan metalliska, halfmetalliska och ickemetalliska mineralier; dessa klasser indelas slutligen i grupper (familjer) med afseende fästadt utom på de förra äfven på de kristallografiska karaktererna. Sålunda kommer hvarje större afdelning eller klass att delas i underafdelningar eller grupper, hvilka i afseende på den yttre formen hafva sina motsvarigheter inom andra klasser, och på detta sätt tillgodoses de tvenne hufvudvilkoren för ett naturligt system, nämligen *affiniteten*, likhet i inre afseende eller innehållet, samt *analogin* eller likhet i yttre morfologiskt hänseende (formen).

För öfrigt hafva vid de särskilda mineralierna afseende hufvudsakligen blifvit fästadt vid förhållandet mellan de resp. egenskaperna särskildt mellan den kemiska sammansättningen och kristallformen, hvilket funnit sitt uttryck i kristallokemiska strukturformer, uppgjorda på grund af de i denna inledning framstälda principer. Dessa formler äro visserligen hypotetiska och sålunda af mera formel än reel betydelse. Men att de icke alldeles sakna äfven denna sistnämnda, synes mig framgå deraf, att de i flere fall kunna lemna en förklaring öfver de mineralogiska förhållandena icke blott hos ett och samma mineral utan och öfver de resp. mineraliernas inbördes relationer, och de synas sålunda mana till fortgående i samma riktning, eller med andra ord, att vid uppställandet af de mineralogiska symbolerna icke såsom hittills ensidigt fasthålla vid en blott kemisk ståndpunkt, utan derjemte taga hänsyn äfven till kristallformen och sålunda betrakta mineralierna från en mera omfattande, kristallokemisk eller mineralogisk synpunkt.

Genom att sålunda beakta alla tre slagen af mineralogiska karakterer, kemiska, fysiska och morfologiska, kan det kristallokemiska systemet betecknas

såsom ett naturligt system, i motsats till de tre artificiela, på hvar sitt slag af egenskapen grundade examinationssystemen, hvilka finnas meddelade i min mineralkarakteristik, och till hvilka sålunda det kristallokemiska kan betraktas såsom ett supplement.

Hvad särskildt silikaterna beträffar har jag, såsom af nedanstående öfversigt synes, för deras sammanställande i större grupper (hufvudafdelningar) anslutit mig till de af Naumann i de af honom sjelf redigerade upplagorna (1—9) af hans „Elemente der Mineralogie" framstälda principerna för den mineralogiska systematiken (9 uppl. p. 108), i det jag fördelat dem på tre hufvudafdelningar *A*, *B* och *C* motsvarande de tre Naumann'ska klasserna: *Geoliter* eller icke-metalliska silikater, *Amphoteroliter* eller intermediära samt *Metalloliter* eller företrädesvis metalliska silikater. Denna indelning har visserligen i de följande efter Naumann's död af Zirkel redigerade upplagorna af nämnda lärobok ersatts af en klassifikation hvilande på en rent kemisk princip. Men skall verkligen mineralogin betraktas såsom en från kemin skild vetenskap, så bör ock andra karakterer än de rent kemiska tagas i betraktande vid mineraliernas uppställning i ett naturligt system, och af dessa äro såsom Naumann anmärker särskilnaden mellan metalliska och icke-metalliska mineralier den vigtigaste icke blott i rent mineralogiskt utan ock i petragrafiskt hänseende eller med afseende på silikaternas förekommande i bergarter. Denna indelning i metalliska och icke-metalliska mineralier kan visserligen icke fullt konseqvent genomföras dels emedan de öfvergå i hvarandra genom de intermediära eller amphoteroliterna, innefattande såväl metalliska som icke-metalliska silikater dels emedan äfven i de särskilda smärre grupperna eller familjerna kunna förekomma såväl mineralier med metalliska som sådana med icke-metalliska radikaler. Dock låter denna indelning åtminstone för silikaterna i stort taget d. ä. hvad hufvudindelningen beträffar med abstraherande från de enskilda undantagen genomföra sig och synes mig väsendtligen bidraga till erhållande af öfversigtlighet och reda i systemet. Den låter här så mycket mer försvara sig som den står i öfverensstämmelse med det ofvan framstälda elementarsystemet, der en bestämd och fullt naturenlig åtskilnad blifvit gjord mellan egentliga eller tunga metaller och lätta metaller eller halfmetaller, af hvilka de förra, såsom rådande radikaler, konstituera de metalliska, de senare de icke-metalliska mineralierna.

Hufvudskälet mot en sådan delvis på fysiska åtskilnader grundad uppställning af mineralierna och som bestämt Zirkel (l. c.) att frångå densamma är att derigenom isomorfa mineralier komma att delvis stå på skilda ställen från hvarandra. Men detta kommer äfven att blifva fallet, om man bygger systemet på rent kemisk grund: så t. ex. beträffande vissa nitrater och carbonater,

tinkal och pyroxen, danburit och topas, de reguliära mineralierna m. fl. Och denna invändning har så mycket mindre betydelse i ett system sådant som det ifrågavarande der såsom ofvan antydts icke blott den inre affiniteten utan ock den yttre analogin är beaktad, i det att hvarje afdelning innehållande i kemiskt hänseende förvandta mineralier har sina i kristallografiskt hänseende motsvarande länkar inom andra klasser, hvarigenom de isomorfa mineralierna sålunda komma att uppställas på tvenne serier: den ena närmast afseende affiniteten eller den kemiska likheten, den andra analogin eller den yttre formlikheten. Att det härvid till en viss grad måste lemnas åt den enskilde författarens subjektiva åsigt, huruvida ett mineral skall hänföras till den ena eller andra gruppen är något som mer eller mindre gäller för hvarje system och som snarare kan betraktas såsom en fördel än såsom en olägenhet, såsom ock NAUMANN (l. c.) anser förhållandet vara med den sväfvande ställning de intermediära amphoteroliterna hafva i förhållande till de tvenne andra hufvudafdelningarna, i det att man sålunda med antagande af systemet i sin helhet kan företaga förändringar i smått utan att detta synnerligen inverkar på det stora hela, hvaraf f. ö. hvarje mindre afdelning och hvarje enskild grupp af något större omfattning kunna sägas utgöra en bild i smått, såsom äfvenledes bestående af mer eller mindre metalliska resp. icke-metalliska länkar. Också är den af mig verkstälda föreningen af silikaterna på de tre hufvudafdelningarna delvis något olika mot den af NAUMANN gjorda, i det att jag till amphoteroliterna hänfört åtskilliga af de utaf NAUMANN till geoliterna räknade och till metalloliterna en del af NAUMANN's amphoteroliter. Den senare afdelningen kommer derigenom att erhålla en något större utsträckning än i NAUMANN's system samt fördelas på tre klasser, hvilkas namn hafva afseende på deras allmänna morfologiska habitus: kristalliniskt bladig, kristalliserad eller kristalliniskt strålig resp. pelarformig bildning, under dett att geoliterna och metalloliterna äro fördelade på tvenne klasser vattenfria och vattenhaltiga med de af NAUMANN använda benämningarna, hvarvid dock den senare klassen af metalloliternas afdelning på grund af hithörande mineraliers mindre antal och jemförelsevis mindre vigt blifvit såsom ett bihang hänfördt till den första klassen. — I allmänhet bör dock märkas att hufvudvigten i systemet ligger icke på denna allmänna eller hufvudindelning utan på de smärre afdelningarna eller grupperna, i hvilket afseende jag äfvenledes något afvikit från de af andra författare gjorda indelningarna på skäl, som i hvarje särskildt fall skola anföras. Anmärkas må här blott, att alla de till en och samma grupp hänförda silikaterna öfverensstämma med hvarandra i kristallokemiskt hänseende, i det deras molekyler kunna betraktas såsom sammansatta af analoga partialmolekyler.

Öfversigt af silikaterna.

A Geoliter (icke-metalliska silikater), innehållande lätta metaller; färglösa eller svagt färgade.

Cl. I. Xerogeoliter (vattenfria geoliter).

1. *Fältspatsgruppen:* Orthoklas. Mikroklin. Plagioklas (Albit, Oligoklas, Andesin, Labrador, Anorthit).
2. *Spodumen-danburitgruppen:* Spodumen. Petalit. Wollastonit. Danburit. — Leukophan. (Melinophan).
3. *Skapolitgruppen:* Skapolit (Gehlenit, Sarkolit). Leucit.
4. *Nephelingruppen:* Nephelin. Cancrinit (Davyn). Milarit. — Sodalit. Hauyn (Nosean).

Cl. II. Hydrogeoliter (Zeoliter).

1. *Stilbitgruppen:* Desmin (Harmotom, Phillipsit). Gismondin (Zeagonit). Heulandit (Brewsterit, Epistilbit).
2. *Natrolitgruppen:* Natrolit (Mesolit). Skolezit. Thomsonit.
3. *Laumontitgruppen:* Laumontit (Leonhardit).
4. *Apophyllitgruppen:* Apophyllit. Okenit. (Pektolit).
5. *Chabasitgruppen:* Chabasit. Gmelinit. Levyn. Herschelit.
6. *Analcimgruppen:* Analcim. Faujasit. Pollux.
7. *Datholitgruppen:* Datholit. Prehnit.

B. Amphoteroliter (intermediära silikater), innehållande såväl lätta som tunga metaller; mer eller mindre färgade.

Cl. III. Phylliter.

1. *Glimmergruppen:* Muscovit (Paragonit, Margarit, Lepidolit). Biotit (Meroxen, Phlogopit, Zinnwaldit). Clintonit.
2. *Chloritgruppen:* Prochlorit. Klinochlor (Pennin).
3. *Serpentingruppen:* Serpentin. (Thermophyllit). Talk.
4. *Kaolingruppen:* Kaolin. Pyrophyllit.

Cl. IV. Krystalloliter.

1. *Granatgruppen:* Granat. Helvin. Idokras (Mellilit).

2. *Turmalin-cordieritgruppen:* Turmalin. Cappelenit (Melanocerit, Kryacerit, Tritomit). Eudialyt. — Cordierit (Pinit).
3. *Epidot-zoisitgruppen:* Zoisit (Thulit). Epidot (Piemontit). — Karpholit. (Ardennit). Orthit. (Mosandrit). — Gadolinit. (Homilit). Euklas.
4. *Axinitgruppen:* Axinit.

Cl. V. Styloliter.

1. *Zirkongruppen:* Zirkon (Malakon). Thorit (Orangit).
2. *Beryllgruppen:* Beryll. Bertrandit.
3. *Topasgruppen:* Topas.
4. *Andalusit-staurolitgruppen:* Andalusit. Sillimanit (Xenolit). Dumortierit. — Staurolit. Gahnit. Saphirin.

C. Metalloliter (metalliska silikater), innehållande öfvervägande metalliska radikaler; företrädesvis mörkt färgade.

Cl. VI. Xerometalloliter.

1. *Pyroxen-amphibolgruppen.* Triklina arter: Rhodonit. Babingtonit. Monoklina arter: Pyroxen (Malakolit, Diallag, Diopsid, Augit). Akmit (Aegirin). Wöhlerit. — Amphibol (Tremolit, Grammatit, Amphibol-anthophyllit, Hornblende). Arfvedzonit. Rhombiska arter: Enstatit (Bronzit, Hypersthen). Anthophyllit (Gedrit). Astrophyllit.
2. *Titanit-lievritgruppen:* Titanit (Yttrotitanit). Guarinit. Lievrit.
3. *Olivin-willemitgruppen.* Rhombiska arter: Olivin (Forsterit, Hyalosiderit, Fayalit, Tephroit). Rhomboëdriska arter: Willemit (Troostit). Phenakit. Dioptas. Reguliär art: Eulytin.

Bihang: Hydrometalloliter.

Rhombiska arter: Calamin. Cerit.
Rhomboëdriska arter: Pyrosmalit, Cronstedtit. — Stilpnomelan. Ottrelit (Masonit, Chloritoïd).

De såsom grupper betecknade underafdelningarna inom de särskilda klasserna motsvara familjerna inom de botaniska och zoologiska systemen. Deremot gör man vanligen inom mineralriket ingen åtskilnad mellan genera och arter. Den af BREITHAUPT i hans Handbuch der Mineralogie 1836—47 i detta

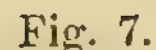
hänseende gjorda indelningen af mineralierna, hvilken äfven i afseende på nomenklaturen söker efterlikna de organiska systemen, har icke vunnit efterföljd. På senare tid har doch TSCHERMAK i sin lärobok gjort ett försök i denna riktning, som synes mig värdt att efterföljas, om ock med någon modifikation, i det att nämligen artbegreppet synes mig vara taget för vidsträckt så till vida att såsom arter betecknas sådana yttre, mindre väsendtliga former, hvilka hellre synas böra betecknas såsom varieteter. Skilnaden mellan slägten, arter och varieteter inom den oorganiska naturen synes mig i allmänhet kunna betecknas på följande sätt. Med slägten förstås sådana mineralformer, hvilka icke bilda öfvergångar sinsemellan; sådana äro t. ex. orthoklas och plagioklas, pyroxen och amphibol. Arter åter äro sådana former af ett slägte, hvilka kunna öfvergå i hvarandra genom afarter eller isomorfa blandningsformer, men hvilka dock i likhet med slägtena skilja sig kristallokemiskt från hvarandra genom olika fysiska grundmolekyler; sådana äro t. ex. de särskilda plagioklasarterna: albit, andesin och anorthit, hvilka genom de mellanliggande afarterna eller sekundära arterna oligoklas och labrador öfvergå i hvarandra; vidare olivinarterna forsterit, egentlig olivin, fayalit m. fl. Varieteterna slutligen äro sådana former af arterna, hvilka med likhet i inre kemiskt eller molekylärt hänseende (de kem. och fys. molekylerna) förena en yttre morfologisk olikhet eller med afseende på kristallmolekylerna); sådana äro de olika formtyperna: den tafvelformiga, pelarformiga, den korniga, trådiga etc. formen af de resp. arterna. Skilnaden mellan arter och varieteter kan sålunda i allmänhet sägas vara den, att arternas olikhet betingas af inre molekylära krafter, varieteterna af yttre mera tillfälliga orsaker. I ofvan framstälda tabellariska sammanställning äro hufvudsakligen blott slägtena anförda, och af de mera artrika en del arter inom parentes.

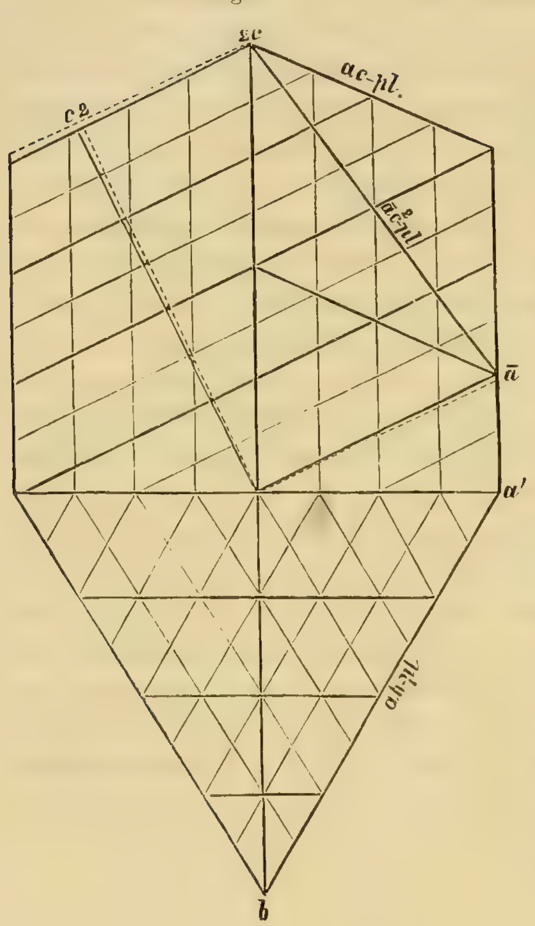
Cl. I. GEOLITER.

Vattenfria silikater innehållande elementer af serien A II (positiva lätta metaller) samt de indifferenta elementerna *Al*, *Be* och *B;* spec. vigt = 2,3—2,8; h. = 5—6. Primära mineralier, mestadels utgörande väsendtliga beståndsdelar i kristalliniska bergarter.

1. Fältspatsgruppen.

Orthoklas.


Fig. 7.



Kristallform. Af axelförhållandet $a : b : c = 0{,}6585 : 1 : 0{,}555$; $\beta = 63^0\ 57'$ erhållas, på sätt som i närstående genomskärning (8) närmare utvisas, för den rena *Ka*-orthoklasen nedanstående värden på normalerna till de ytor, hvilka vare sig till följe af spjelkbarhet (*c*- och *b*-pl.) eller allmännare förekommande (*ab*- och *āc*-pl.) *) kunna betecknas såsom grundytor d. ä. ytor hörande till grundformen eller grundmolekylarformen (antydd i genomskärningen 7), **) och hvilka sålunda i enlighet med det dynamiska föreställningssättet utmärka de molekylära krafternas hufvudriktningar. Från dessa normaler kommer man vidare i enlighet med det i inledningen framstälda betraktelsesättet genom att taga deras reciproka värden till de relativa uttrycken för molekylar- eller atomkrafterna, som verka i de af de resp. grundytorna angifna riktningarna.

Ytnormaler:	Molekylarkrafter:
$b' = 1.$	$b_{,} = 1.$
$ab' = Sin\ 30^0\ 36' = 0{,}509.$	$ab_{,} = \frac{1}{ab'} = 1{,}965.$
$\bar{a}c' = 0{,}555.\ Sin\ 65^0\ 46' = 0{,}506.$	$\bar{a}c_{,} = 1{,}976.$
$c' = 0{,}555.\ Sin\ 63^0\ 57' = 0{,}499.$	$c_{,} = 2{,}004.$

*) Kombinationen $ab.\bar{a}c$ ($\infty P.\ P\infty$) förekommer städse hos påvuxna adularkristaller.

**) Fig. 7 framställer orthoklaskristallens molekylarstruktur i klinodiag. och basisk genomskärning i enlighet med den här ofvan framstälda fältspatsteorin, fig. 8 åter dess dynamiska förhållande.

Molekylarkrafterna $ab_{,}$ och $\bar{a}c_{,}$ kunna f. ö. äfven från rent formel synpunkt betraktas såsom resulterande krafter till $a_{,}$ $(= \frac{1}{a'} = \frac{1}{a \ Sin\ 63^0\ 57'} = 1{,}690$, $b_{,} = 1$ och $c_{,} = 2{,}004$ såsom grundkrafter, och erhållas då af dem i enlighet med den vanliga lagen för kraftparallelogrammen så t. ex.

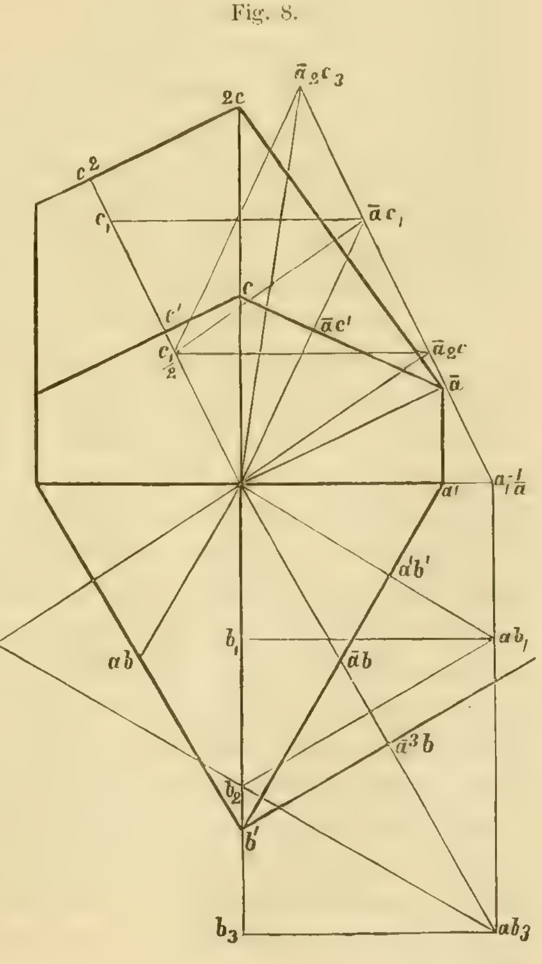
$$ab_{,} = \sqrt{a_{,}^2 + b_{,}^2} = \sqrt{3{,}857} = 1{,}964.$$

Dessa normaler, och omvändt de motsvarande molekylarkrafterna, förhålla sig således i det närmaste $= 2 : 1$. Ännu närmare komma de till detta förhållande hos den af H. Förstner (Ueber die Feldspäthe von Pantellaria; Zeitschr. für Krystallogr. VIII p. 132) bestämda „Natronorthoklasen" eller rättare (*Na*, *Ka*)- orthoklasen, hvars axelförhållande är $a : b : c = 0{,}6399 : 1 : 0{,}546$; $\beta = 63^0\ 49'$, och således:

$b' = 1.$
$ab' = Sin\ 30^0\ 5' = 0{,}501.$
$\bar{a}c' = 0{,}546\ Sin\ 65^0\ 21' = 0{,}497.$
$c' = 0{,}546\ Sin\ 63^0\ 49' = 0{,}491.$

$b_{,} = 1.$
$ab_{,} = 1{,}995.$
$\bar{a}c_{,} = 2{,}01.$
$c_{,} = 2{,}03.$

Fig. 8.



Från ofvannämnda enkla former resp. ytor kommer man till de hos orthoklaskristallerna oftast förekommande sekundära ytorna genom sammansättning af de mot deras normaler svarande molekylära krafterna (se fig. 8) sålunda: $ab + \bar{a}b = b_2$ ($\infty P\breve{\infty}$, *M*); $ab + b_2 = ab_3$ ($\infty P'_3$, *z*); $b_2 + c_1 = b_2c$ ($2P\breve{\infty}$, *n*); $b + \bar{a}c = \bar{a}bc$ (*P*, *o*); $\bar{a}c + \bar{a} = \bar{a}_2c$ ($2P\bar{\infty}$, *y*). Utbildningen är sålunda anormal (se inledn.) i hufvudaxelns zon (prisma-zonen), normal i de öfriga hufvud-zonerna (biaxlarnas zoner), i det att den närmast

till grundformen följande formen i den förstnämnda zonen har talet 3, i de senare 2 såsom index.

Likasom fallet är med kristalliserade mineralier i allmänhet kan man äfven hos orthoklasen i afseende på den kristallografiska utbildningen göra skilnad mellan påvuxna kristaller, hos hvilka domat $\bar{a}c$ ($P\bar{\infty}$, x) enl. regeln uppträder, samt invuxna med domat $\bar{a}_2c = \bar{a}c^2$ ($2P\bar{\infty}$, y). Hufvudaxeln (c) hos de invuxna, på alla sidor fullt utbildade kristallernas molekyler måste derföre betraktas såsom dubbelt så stor och på grund häraf den mot c-planets riktning svarande molekylarkraften hälften så stor som den motsvarande hos de påvuxna, eller med andra ord de förras molekyler motsvara tvenne af de senares förenade i c-axelns riktning; c- och b-normalerna resp. krafterna blifva sålunda hos de invuxna kristallerna nära lika stora, hvartill man äfven kan sluta af den nära lika spjelkbarheten af c- och b-planen äfvensom af den nära likheten mellan de optiska elasticitetsriktningarna c och b. De invuxna kristallernas molekyler kunna derföre betecknas såsom de egentliga fysiska grundmolekylerna, sammansatta af tvenne kemiska molekyler i c-riktningen, och de påvuxnas med afseende härpå såsom sekundära kristallmolekyler bestående af tvenne i a-axelns riktning förenade fysiska molekyler. Härvid bör man dock skilja mellan det fall att kristallerna äro påvuxna med c- och det med a-axeln: i detta senare fall måste kristallerna på grund af förekomsten af domat $\bar{a}_2c$ (y) hänföras i likhet med de invuxna till tvenne i hufvudaxelns riktning förenade enkla molekyler d. v. s. kristallmolekylerna äro hos dem lika med de fysiska; härför talar äfven den omständighet, att de sålunda påvuxna kristallerna äro utdragna i a-axelns riktning, som i sådant fall blir den minsta molekylarriktningen, i motsats till de med c-axeln påvuxna fältspatskristallerna, hvilka äro pelarformigt utdragna i denna riktning, som då blir riktningen för den största attraktionen. I samband med utbildningen i a-axelns riktning står den stundom förekommande mer eller mindre tydliga lamellära afsöndringen parallelt med ab-, a- och $\bar{a}_2c$-planen, hvilken icke bör förvexlas med spjelkbarheten parallelt med c- och b-pl., alldenstund den icke i likhet med denna förekommer hos alla utan blott hos vissa orthoklasvarieteter; den är således icke såsom spjelkbarheten att hänföra till de fysiska grundmolekylerna, utan till de deraf sammansatta kristallmolekylerna. Utom dessa formtyper med utsträckning i a- och c-axelriktningarna finner man ehuru mera sällan en sådan äfven i b-axeln, således i öfverensstämmelse med periklinkristallerna, och likasom dessa senare äfven påvuxna i samma riktning. En sådan utbildning visa orthoklaskristaller (c. $\bar{a}c$. b), förekommande i drushål i rapakivi-granit, hvilkas form derigenom får likhet med den af en rhombisk kristall, likasom kristaller utdragna i a-axelns riktning förete likhet med

tetragonala och de i *c*-axeln med hexagonala kristaller. Utaf förekomsten af domat *ac* (*x*) hos dessa periklinartade orthoklaskristaller kan man sluta till en öfverensstämmelse i afseende på kristallmolekylerna med den med *c*-axeln påvuxna kristalltypen d. ä. till en fördubbling af *a*-axeln. Dessa kristallmolekyler skilja sig från de fysiska molekylerna utom i afseende på den olika formbildningen antagligen äfven med afseende på den molekylära attraktionen parallelt med *a*- och *b*-riktningarna i motsats till de parallelt med *ab*- och *b*-planen hos de fysiska molekylerna, hvilkas karakter af egentliga grundmolekyler med aggregationsriktningar parallela med dessa plan framgår utom af den anormala utbildningen äfven af *ab*- och *b*-planens ojemförligt allmännare förekommande hos fältspatskristallerna än *a*-planet, hvilken form hos orthoklas och mikroklin så godt som aldrig förekommer såsom kristallform utan blott såsom sammanvexningsyta i den perthitartade lamellära sammanvexningen mellan albit, mikroklin och orthoklas.

Att en åtskilnad bör göras mellan kristallmolekyler och fysiska molekyler synes mig äfven framgå utaf det redan af Naumann (Elemente d. Mineral. 9:te Aufl. p. 393) anmärkta förhållandet, att vissa påvuxna Carlsbader- och Baveno-orthoklaskristaller genom sammanfallande af de tvenne individernas *c*- och $\bar{a}c$-plan resp. riktningar hos de förra samt *c*- och *b*-planen hos de senare häntyda på att de ursprungligen vid sin bildning, vid högre temperatur, haft ett annat axelförhållande än det orthoklasen i allmänhet vid vanlig temperatur företer, hvilket senare icke står i samklang med dessa fakta, eller att normalen c^2 = 0,998 (se figg. 7 och 8) varit lika med eller såsom man af *c*-planets tydligare spjelkbarhet kunde förmoda till och med något större än b' = 1, men vid afsvalning genom kontraktion i denna riktning minskats och dess motsvarande molekylarkraft således ursprungligen varit mindre men vid afsvalning ökats, ett förhållande analogt med det mellan de tvenne nära lika optiska elasticitetsriktningarna, af hvilka den i *b*-axelns riktning gående vid temperaturförhöjning förstoras, den nära *c*-normalen gående förminskas. Denna variation af *c*- och *b*-normalernas inbördes storlek, med bibehållande af de ursprungliga begränsningsytorna hos tvillingsindividerna, synes mig nämligen häntyda på de tvenne redan ofvananförda särskilda slagen af molekyler, fysiska och kristallmolekyler, till hvilka senare den kristallografiska utbildningen och sålunda äfven tvillingsbildningen kan hänföras, och som enl. det föregående bestå af två eller flere fysiska molekyler. Om nu dessa kristallmolekylers ursprungliga form genom tvillings- resp. sammanvexningsytorna blifvit fixerad, så kan denna bibehållas under det att de fysiska molekylerna och de deraf beroende spjelkningsriktnin-

garna förändras, såsom i fig. 7 antydes, uti hvilken det ursprungliga stadiet af *c*-riktningen är uttryckt genom streckade linier.

Det inledningsvis efter MALLARD antydda intressanta förhållandet, att kristalliserade föreningar i allmänhet visa en större eller mindre anslutning till det reguliära systemets formförhållanden, finner man äfven hos orthoklas och öfriga fältspatsarter. Detta framhölls f. ö. redan af DANA (A System of Mineralogy p. 337), i det han påpekade, att den reguliära formkombinationen $\infty O . \infty O \infty . O . 2O2$ i rhomboëdrisk ställning d. ä. med ett oktaëderplan ställdt horizontelt, i afseende på sina vinkelförhållanden närmar sig fältspatskombinationen *ab. b. c. abc*, hvilka ytor motsvara de af ∞O, vidare $\bar{a}_2 c$ och $b_2 c$ motsvarande de af $\infty O \infty$, $ab_3 . \bar{a}c$ de af $2O2$ samt $\bar{a}_2 c_3$ en oktaëderyta. Största skilnaden, dock icke mer än 8° 6′, mellan fältspatskristallens form och nämnda reguliära kombination i afseende på motsvarande ytvinklar förefinnes i zonen *a*—*c* eller *b*-axelns (orthodiagonalens) zon.

Kemisk sammansättning. I kemiskt afseende kan man särskilja följande monoklina fältspatsarter:

Ka-orthoklas:	$Ka_2\, Al_2\, Si_6\, O_{16}$
Ka, Na- „ :	$(Ka_2, Na_2)\, Al_2\, Si_6\, O_{16}$
Hyalophan:	$\begin{cases} Ka_2\, Al_2\, Si_6\, O_{16} \\ Ba\, Al_2\, Si_2\, O_8 \end{cases}$

Häraf kan man ytterligare sluta till tillvaron af en natriumorthoklas af albitens sammansättning samt en bariumorthoklas och sannolikt äfven en calciumorthoklas af anorhitens, alldenstund *Ca* stundom anträffas i *Ka*, *Na*-orthoklas, eller med andra ord att de resp. fältspatsarterna äro dimorfa, dock såsom vanligt en del (*Ka*- och *Ba*-fältspat) kristalliserande företrädesvis i det monoklina, andra (*Na*- och *Ca*-fältspat) i det triklina systemet. Denna åsigt om fältspatsarternas dimorfism har bland andra blifvit uttalad af GROTH (Tabellarische Uebersicht), och har hittills varit temligen allmänt omfattad. På senare tider har dock en annan åsigt angående dessa fältspatsarters konstitution sökt göra sig gällande, först uttalad af MICHEL-LEVY, sedan äfven af andra omfattad och särskildt försvarad af BRÖGGER (Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge; Zeitschr. für Krystallogr. Bd. 16), nämligen den, att orthoklas i allmänhet icke vore annat än mikroklin resp. plagioklas i submikroskopisk (molekylär?) tvillingssammansättning („Kryptoperthit“). Orthoklas skulle sålunda förhålla sig till mikroklin eller plagioklas på samma sätt som de ofvanför i inledningen anförda anomala kristallerna till de dem sammansättande mindre symmetriska

partialkristallerna. Men likasom man hos dessa i allmänhet måste göra skilnad mellan det normala tillståndet, i hvilket några enskilda delar icke kunna skönjas och det anomala, der sådana optiskt eller kristallografiskt ge sig mer eller mindre tydligt tillkänna, så måste man ock hos orthoklas skilja mellan den normala, fullt monoklina orthoklasen och den anomala triklina *Anorthoklasen* (Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie p. 550), hvilken bildar öfvergången mellan orthoklas och mikroklin, och hvilken, såsom Förstner (l. c.) visat, t. e. d. vid högre temperatur öfvergår i orthoklas, således förhållande sig analogt med andra anomala mineralier till deras motsvarande normala modifikationer, t. ex. leucit. Likasom man måste göra skilnad mellan den vid högre temperatur normala reguliära leuciten och den vid vanlig temperatur för det mesta mer eller mindre anomala, sannolikt triklina leuciten (se längre fram), så äfven beträffande orthoklasen, och i ena som i andra fallet måste de tvenne tillstånden bero på en dimorfism (isomeri), d. v. s. en olika atomlagring inom molekylen, dock så litet skiljande sig från hvarandra, att de äfven i sina yttre morfologiska och fysiska karakterer nära öfverensstämma. Anser man sålunda med Brögger o. a., att orthoklasen icke är monoklin utan triklin, så kan detta gälla endast för orthoklas vid vanlig temperatur icke för den vid högre, hvilken på grund af Förstner's iakttagelse måste betraktas såsom verkligt monoklin. Dock finnas orthoklaskristaller t. ex. af den rena adularen, hvilka man såväl på grund af det optiska som det kristallografiska förhållandet måste beteckna såsom fullt monoklina, och det synes sålunda som om det företrädesvis vore natriumhaltig kalifältspat som företer en triklin anomali, hvilket står i samklang med natriumfältspatens i allmänhet större benägenhet att kristallisera trikliniskt än kalifältspaten.

Särskildt upplysande för förhållandet mellan den normala och anomala orthoklasen synes den af mig under namn af mikroklas eller mikroplagioklas beskrifna anomala *Ka*, *Na*-orthoklasen från St. Gotthard vara (Öfversigt af finska Vet. Soc. Förh. XXV samt Zeitschr. für Krystallogr. VIII). Den utgör i likhet med sanidin en mikroperthitisk, lamellär sammanvexning mellan *Ka*- och *Na*- anorthoklas samt bildar såväl optiskt som kristallografiskt en mellanlänk mellan orthoklas och mikroklin resp. albit. Att natriumfältspat-lamellerna icke utgöras af albit, såsom fallet är i den af mikroklin-albit bildade perthiten, utvisas af frånvaron af tvillingsstreckning samt af de på bas. planet befintliga etsfigurerna, hvilka nära öfverensstämma med orthoklasens. Huruvida nu denna anomala orthoklas ursprungligen varit orthoklas eller redan från första början haft karakter af en anorthoklas är svårt att afgöra; dock synes det senare sannolikt med betraktande nämligen af att den äfven i afseende på sin yttre habitus

företer en sned, om albit påminnande form. Likasom det sålunda gifves orthoklas, som vid vanlig temperatur är i det närmaste normal, så gifves det sannolikt äfven en sådan, som ehuru bildad vid högre temperatur redan från början undantagsvis haft en anomal form. Dock har sannolikt temperaturen i sådant fall icke varit så hög som den, vid hvilken den normala orthoklasen bildats, såsom ock, hvad ifrågavarande mikroklas beträffar, kan slutas, såsom varande en på drummer förekommande genom heta solutioner, icke i en smältflytande magma bildad fältspatsart.

Kristallokemisk konstitution. Frågan om orthoklasens inre molekylarkonstitution synes mig näppeligen kunna lösas endast på rent empirisk väg, utan synes det mig nödigt att understödja denna genom en deduktiv eller spekulativ betraktning. Jag skall derföre här genom tillämpandet af den inledningsvis framstälda kristallokemiska teorin söka lemna ett bidrag till denna frågas lösning.

Jemföra vi de ofvanför erhållna relativa värdena på de inom orthoklasens grundmolekyl verkande atomkrafterna tagna i runda tal:

$$b_{,} : ab_{,} : \bar{a}c_{,} : c_{,} = 1 : 2 : 2 : 2$$

med de i inledningen framstälda kristallostatiska momenterna eller de atomistiska konstanterna för de af fältspatens beståndsdelar, som i likhet med förhållandet inom elementernas dynamidkomplexer kunna betraktas hafva betydelse i kristallografiskt hänseende nämligen:

$$Ka : Si : Al = 6 : 12 : 12 = 1 : 2 : 2,$$

så komma vi till följande sammanställning mellan de förra och de senare:

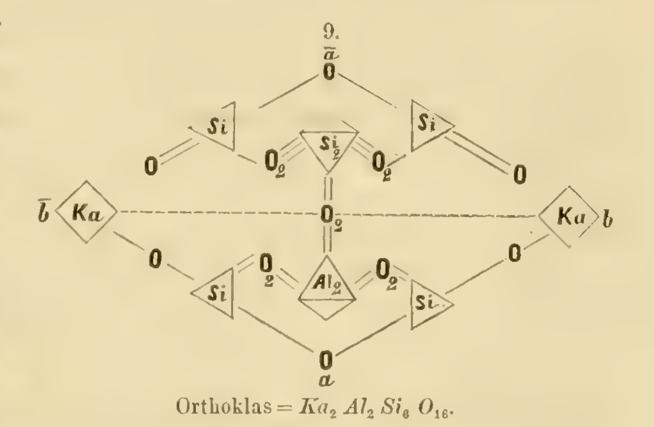
$$b\,(2) = Ka\,(2);\ ab\,(4) = Si\,(4);\ \bar{a}c\,(2) = Si\,(2);\ c\,(2) = Al\,(2).\ ^{*)}$$

De kemiska motsvarigheterna till b- och ab-planen resp. normalerna ge sig tydligen tillkänna af öfverensstämmelsen mellan de kristallografiska och kemiska uttrycken för de resp. atomkrafterna äfvensom af det lika antalet af dem. Beträffande deremot $\bar{a}c$ och c eller normalerna till domat och bas. planet kunde det sättas i fråga, hvilkendera af dem motsvarar Al. Med afseende fästadt på de nedanför närmare betraktade metamorfoserna af orthoklas i kaolin och

*) Siffrorna inom parentes angifva antalet planer resp. ytnormaler (atommetrar) samt motsvarande antal elementaratomer.

muscovit måste dock c sättas $= Al$ så mycket mer som en viss öfverensstämmelse finnes mellan denna normal eller dess reciproka värde och Al-atomen. Likasom det förra värdet kan sättas lika med 2 eller 1 (resp. 1 och $1/2$), allt efter som grundmolekylen betraktas såsom enkel (kemisk) eller sammansatt af tvenne enkla till en (fysisk) dubbelmolekyl, så kan äfven Al betraktas såsom enkel eller såsom dubbelatom (Al_2), bestående af tvenne enkla (6.2 + 7.2) förenade genom dynamiden 3. På samma sätt som denna sammanhåller de tvenne enkla atomerna i rhomboëdrisk ställning till en dubbelatom, så har man att tänka sig de tvenne enkla molekylerna förenade till en dubbelmolekyl i c-axelns riktning genom dubbelatomen Al_2. Genom denna bindning af de enkla atomerna till en dubbelatom förlora de antagligen hälften af sin molekylära kraft, hvarigenom c_1 i den enkla molekylen öfvergår i $c_{1/2}$ ($= b_1$) i den dubbla fysiska molekylen.

Hvad slutligen de 16 O-atomerna beträffar, så äro de såsom redan inledningsvis blifvit antydt att parallelisera med de 8.2-dynamiderna i elementaratomerna och böra i likhet med dem betraktas såsom kristallografiskt indifferenta, i enlighet med deras ofvanför antagna utsträckning blott i två riktningar. De böra således tänkas symmetriskt fördelade mellan och sammanbindande de öfriga, och vi komma sålunda till följande molekylära strukturformel för orthoklas:



Orthoklas $= Ka_2\, Al_2\, Si_6\, O_{16}$.

En närmare diskussion af denna formel visar, att den såväl från kemisk som kristallografisk synpunkt väl låter försvara sig, hvarför den ock kan betecknas såsom kristallokemisk. Beträffande först det kemiska förhållandet förklaras genom densamma den redan tillförene af andra förf. framhållna åtskilnaden mellan 4 Si och 2 Si i fältspatens atomkomplex, i det att de svara mot olikartade ytriktningar och sålunda befinna sig i olika ställning till de öfriga. Denna åtskilnad visar sig särskildt vid de tvenne vanligaste orthoklasmetamorfoserna i muscovit och kaolin, hvilka ock derföre genom denna formel få en enkel förklaring, i det densamma består af tvenne olika hälfter, $Ka_2\, Al_2\, Si_2\, O_8$ och $4\, Si\, O_2$, hvilka sammanhållas blott af O_2; häraf kan slutas att fältspatsmolekylen jemförelsevis lätt skall sönderspjelkas i dessa hälfter, hvilka sedan genom upprepad tvillingssammansätt-

ning gifva: den förstnämnda glimmer (och kaolin), den senare qvarz, såsom längre fram närmare skall ådagaläggas. Det olika förhållandet mellan *b*- och *c*-planen i kemiskt hänseende, hvilket visar sig vid etsning med syror samt vid förvittring, nämligen det att *b*-pl. lättare påverkas än *c*-pl., kunde ock i enlighet med denna formel förklaras deraf, att *c*-pl. motsvarar den kemiskt indifferenta *Al*, *b*-pl. åter den kemiskt mera verksamma *Ka*.

I kristallografiskt afseende motsvarar denna strukturformel den monoklina symmetrin: likhet åt båda sidor samt uppåt och nedåt, olikhet framifrån bakåt. Vidare får det ofvanantydda närmandet till en reguliär formkombination hos fältspatskristallen sin förklaring deraf, att dess molekyl bildas af reguliära oktaëdriska atomer, hvilka delvis befinna sig i olika ställning till hvarandra och hvilka derföre bilda en blott närmelsevis reguliär formkomplex. De mot *ab*-planen svarande *Si*-atomerna hafva en rhomboëdrisk ställning i hufvudaxelns riktning och betinga den hexagonala formutbildningen i denna zon; den ringa skilnaden mellan orthoklasens prismavinklar och det hexagonala prismat (120^0) beror antagligen på de i tetragonal eller hörnställning i denna zon förekommande *Ka*-atomerna, af hvilka äfvensom af *Al*-atomens i zonen *b*—*c* (klinodiag. zonen) tetragonala genomskärning den nära tetragonala formutbildningen i denna zon kan anses betingad. Afvikelsen i zonen *a*—*c* (*b*- eller symmetri-axelns zon) från det reguliära systemets formförhållande kan åter bero deraf, att de i denna zon liggande *Al*- och *Si*-atomerna icke befinna sig i parallel utan i lutande, rhombiskt monoklin ställning, d. ä. med en oktaëderytriktning parallel med resp. *c*- och $\bar{a}c$-planen, en ställning motsvarande den pseudorhombiska formbildning, som zonen *a*—*c* företer på grund af den nära lika lutningen af *c*- och $\bar{a}c$-pl. mot *c*-axeln (resp. $63^0\,57'$ och $65^0\,48'$). Skilnaden mellan dessa vinklar synes ursprungligen vid orthoklasens högre bildningstemperatur såsom ofvanför antydts hafva varit mindre, vare sig genom en större vinkel mellan *c*-pl. och *c*-axeln, (antydd på fig. 7 genom streckade linier) eller ock genom en mindre vinkel mellan $\bar{a}c$-pl. och *c*-axeln eller slutligen båda fallen på en gång. Härigenom kommer man äfven till den åsigt, att orthoklasens *a*-axelriktning ursprungligen vid bildningstemperaturen närmat sig till riktningen af den största opt. elasticitetsaxeln, samt att de båda motsatta atomoktaëdrarna (*Al* och *Si*) lutat mot *c*-axeln under en lika vinkel, under det att de vid orthoklasens nuvarande vinkelförhållanden skilja sig på ett par grader (resp. 8^0 och 6^0) från *c*-axelns riktning; eller med andra ord *c*-axeln resp. *a*-planet ligga för närvarande vid vanlig temperatur asymmetriskt i förhållande till de hypotetiska *Al*- och *Si*-atomerna, men hafva sannolikt ursprungligen vid högre temperatur

legat symmetriskt, och $\bar{a}$-planet kan sålunda betraktas såsom en resulterande riktning mellan de båda atomoktaëder-ytriktningarna.

Dessa tvenne atomriktningar, hvilka i enlighet med ofvan gjorda antagande luta mot c- och $\bar{a}c$-planen under en vinkel af 109° 30′ kunna f. ö. stundom skönjas hos vissa orthoklasvarieteter såsom afsöndrings- eller inre strukturytor; så t. ex. hos den af Brögger (l. c.) iakttagna natronorthoklasen (kryptoperthit) från södra Norge, hos hvilken färgskiftningsytan och stundom äfven en fin lamellär streckning på b-pl., luta mot a-pl. omkr. 8° och således i det närmaste motsvara den nämnda oktaëderytan hos den mot c-pl. svarande Al-dynamidkomplexen; Brögger betraktar denna strukturyta såsom motsvarande en positiv domayta: $8P\bar{\infty}$. En motsvarighet åter till den andra, Si-atomens oktaëderplan, har jag funnit hos en anomal orthoklas från Montebras i Frankrike samt hos en mikroklin från Kimito; hos dessa finner man nämligen äfven en streckning på b-pl., som väl måste betecknas såsom en anomal tvillingsstreckning gående parallelt med ett negativt domaplan, och lutande mot hufvudaxeln ung. under samma vinkel som det ofvan antagna oktaëder-planet hos $\bar{a}c$-atomen, dock på olika ställen med något varierande riktning. — Hufvudriktningarna hos orthoklasens grundmolekyler eller dess inre struktur- och yttre kristallytor visa sig sålunda vara antingen parallela med eller utgöra resultanterna af de reguliära elementaratomernas yt- resp. kantriktningar.

Genom ofvananförda formel (9) kan man nu äfven erhålla en enkel föreställning om öfvergången från det normala till det anomala orthoklastillståndet nämligen om man tänker sig en vridning af de centrala Al_2- och Si_2-atomerna omkring c- resp. $\bar{a}c$-normalerna från det symmetriska läget hos normal orthoklas till ett snedt asymmetriskt, beroende på en temperaturnedsänkning eller af tryck d. ä. i allmänhet af en volymförminskning. Den yttersta gränsen för denna sneda ställning hos nämnda elementaratomer förefinnes hos plagioklas (se nedanföre vid albit), och emellan denna och den hos normal orthoklas befinna sig dessa atomers resp. ställningar hos mikroklin och anorthoklas.

Genom denna vridning af Al-atomen från ett symmetriskt till ett osymmetriskt läge i förhållande till den öfriga atomkomplexen måste äfven den opt. elasticitetsriktningen på c-pl. förändras från ett läge parallelt med symmetriplanet (b-pl.) till ett mer eller mindre snedt. Härvid undergår icke de i c-axelns zon liggande atomerna någon förändring och i enlighet dermed icke häller elasticitetsriktningarna på ytorna i denna zon, utom då orthoklasen är natriumhaltig, då en förstoring af elasticitetsriktningens vinkel mot kanten $b : c$ på b-pl. eger rum i likhet med förhållandet hos albit, hvilket häntyder på att Na-atomen hos Na-orthoklas i likhet med den hos albit har en kant-ställning, såsom

man ock af det inledningsvis antydda förhållandet mellan *Ka*- och *Na*-atomerna à priori kan förutsätta. Häraf förklaras äfven prisma-vinkelns närmande till 120^0 eller lika med den hos albit i mån af *Na*-haltens tilltagande.

Ofvananförda kristallokemiska orthoklasformel lemnar sålunda en förklaring öfver de vigtigare kemiska, kristallografiska och kristallofysiska data hos orthoklas resp. anorthoklas, och den torde således i högre grad än förut framstälda formler kunna göra anspråk på att betraktas såsom ett uttryck för orthoklasens kristallokemiska företeelser. Då härtill kommer, att, såsom i det följande skall visas, man genom att utgå från densamma kommer till formler för andra silikater, hvilka på samma sätt stå i öfverensstämmelse med deras mineralogiska förhållanden, synes den mig väl kunna betecknas såsom ett naturenligt uttryck för orthoklasens molekylära konstitution.

Mikroklin.

Mikroklinen är den triklina formen för *Ka*-fältspat, ($Ka_2\, Al_2\, Si_6\, O_{16}$) men är dock i kristallografiskt hänseende genom anorthoklasen närmare förbunden med orthoklas än med albit, hvarföre den ock i sina egenskaper står närmare den förra samt med den senare bildar icke homogena molekylarföreningar, såsom fallet är med albit och anorthit, utan lamellära sammanvexningar (perthit) med ytorna i hufvudaxelns zon i det närmaste parallela, motsvarande de ofvannämnda mellan *Ka*- och *Na*-anorthoklas. Detta närmande till orthoklasen i kristallografiskt hänseende torde hufvudsakligen hafva sin grund deri, att *Ka*-atomen äfven här har en hörn-ställning icke en kant-ställning såsom *Na*-atomen i natriumfältspaten. Beträffande åter de mot *c*- och $\bar{a}c$-planen svarande *Al*- och *Si*-atomerna, så hafva väl de ett i likhet med de motsvarande hos albit snedt eller trikliniskt läge, dock närmare till det hos orthoklasen symmetriska (monokliniska) läget. Antager man ett midt emellan dessa liggande läge hos *Al*-oktaëdern, så kommer dess parallelt med symmetriplanet och det dermed sammanfallande opt. elasticitetsplanet hos orthoklas gående symmetriska genomskärningsriktning att hos mikroklin ligga omkr. 15^0 från $b : c$ riktningen, således nära lika med utsläckningsriktningen på *c*-pl. hos mikroklin. Mikroklinen är sålunda att betrakta såsom en mellan orthoklas och plagioklas stående mellan- eller öfvergångsform. Att den dock är en verklig sjelfständig fältspatsart, och icke en blott sekundär anomal afart såsom anorthoklasen, framgår deraf, att den icke i likhet med denna senare genom temperaturförhöjning öfvergår i orthoklas. Den är sålunda i likhet med orthoklas att betrakta såsom en primärt bildad fältspatsart sannolikt i allmänhet vid något lägre temperatur än ortho-

klas, i det den enl. regeln i de granitiska bergarterna är bildad senare än denna, eller vid hvad FOUQUÉ och MICHEL LÉVY (Mineralogie mikrographique) kalla „seconde consolidation“. Äfven bergtryck synes att döma af iakttagelser af LEHMANN, CHELIUS, RINNE m. fl. kunna öfverföra kalifältspat från orthoklas- till mikroklinstadiet.

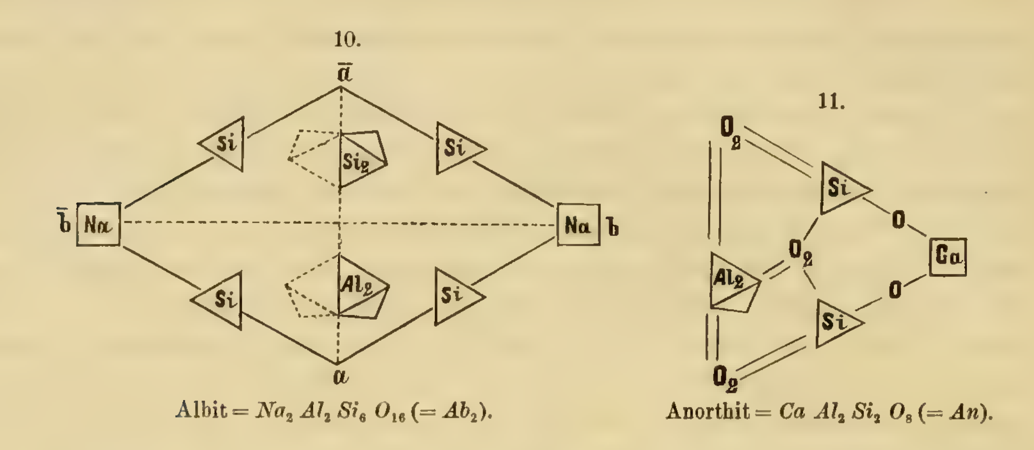
En mot *Ka*-mikroklin svarande *Na*-mikroklin har hittills med säkerhet icke blifvit funnen. Möjligen är dock en del af den *Na*-haltiga fältspat, som af ROSENBUSCH betecknats såsom anorthoklas, af BRÖGGER åter såsom *Na*-mikroklin, i sjelfva verket att betrakta såsom en sådan nämligen alla de afarter, hvilka icke i likhet med den af FÖRSTNER beskrifna anorthoklasen genom uppvärmning låta öfverföra sig i orthoklas. Såsom en *Na*-mikroklin synes äfven den af FOUQUÉ (Bull. Soc. min. de Fr. 1884, VI, 197) beskrifna natriumfältspaten från Terceira böra betraktas, i det den i sina vinkelförhållanden nära öfverensstämmer med mikroklin och ännu vid 200^0 icke undergår någon strukturförändring. Också kan man i enlighet med min åsigt om fältspatsarternas molekylarstruktur förutsätta tillvaron af en *Na*-mikroklin d. ä. en natriumfältspat med *Na*-atomställning öfverensstämmande med den hos albit men med *Al*-ställning lika med den hos mikroklin. Att dock denna så sällan förekommer kan bero derpå, att *Na*-atomen på grund af sin kantställning inverkar på *Al*-atomen sålunda, att denna ställer sig med en kantriktning parallel med den hos *Na*-atomen, eller i en ställning 15^0 afvikande från den hos mikroklin samt 30^0 från den hos orthoklas, hvarföre dessa tvenne senare stadier endast undantagsvis hos natriumfältspat kunna uppkomma. Deremot är förhållandet omvändt hos *Ka*-fältspat, hos hvilken *Ka*-atomen innehar hörnställning, 45^0 skild från *Na*-ställningen hos natriumfältspat.

Plagioklas.

Af plagioklas kan man särskilja trenne hufvudarter: *albit*, *andesin* och *anorthit*, hvilka förhålla sig till hvarandra såsom calcit, dolomit och magnesit inom den rhomboëdriska karbonatserien, i det att andesin utgör den enklaste, kristalliserade föreningen mellan de två gränsarterna i plagioklas-serien, och hvilkas öfriga molekylära föreningar bilda de mellanliggande enl. regeln icke tydligt kristalliserade afarterna, som man plägar sammanfatta under de allmänna benämningarna *oligoklas* och *labrador*.

Albit ($Na_2\,Al_2\,Si_6\,O_{16}$) kan i enlighet med ofvananförda strukturformel för orthoklas och på grund af hvad ofvan blifvit anfört rörande mikroklinens molekylarstruktur uttryckas genom nedanstående formel (10), i hvilken *O*-ato-

merna såsom icke direkte inverkande på molekylarformen och f. ö. anordnade i analogi med förhållandet hos orthoklas, äro bortlemnade.



Albit = $Na_2\,Al_2\,Si_6\,O_{16}$ (= Ab_2). Anorthit = $Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8$ (= An).

Albit-molekylarformeln (10) kan tänkas dels såsom enkel med Al_2-atomerna, motsvarande *c*-pl., samt Si_2 $\bar{a}c$-pl. förenade i resp. *c*- och $\bar{a}c$-normalens riktning, eller ock såsom tvillingsmolekyl med dessa atomer tvillingsartadt förenade i *b*-riktningen såsom i fig. 10 antydes. Jemförd med den enkla, hemiëdriskt triklina anorthit-molekylarformen (11) kan dock albit-molekylen i hvardera fallet betecknas såsom en dubbelmolekyl, sammansatt af tvenne enkla molekyler ($Na\,Al\,Si_3\,O_8$), förenade i *b*-axelns riktning, hvilket på grund af den analoga formen måste gälla för alkalifältspaten i allmänhet, således ock för *Ka*-orthoklas och mikroklin. Hos orthoklasen kan man icke kristallografiskt iakttaga denna molekylens karakter af en dubbelmolekyl, emedan de tvenne hälfterna äro fullkomligt kongruenta. Deremot visar den sig hos mikroklin och ännu mer hos albit i det ytterst allmänna förekommandet af tvillingsbildningar enligt albittvillingslagen, på grund hvaraf en kristallindivid sönderfaller i tvenne enantiomorfa hälfter. Man kunde derföre ock med GROTH (Tabellarische Uebersicht) uttrycka alkalifältspaten genom den enkla formeln $\overset{1}{R}\,Al\,Si_3\,O_8$. Dock är den dubbla formeln naturenligare, dels från kemisk synpunkt, emedan alkalimetallen samt aluminium då komma att uttryckas såsom dubbelatomer, dels i kristallografiskt hänseende, alldenstund alkalifältspaten såväl den monoklina som den triklina städse uppträda holoëdriskt i motsats till den i invuxna kristaller hemiëdriskt förekommande anorthiten (Lindsayït och Anorthoït); samt slutligen äfven med afseende på alkalifältspatsarternas föreningar med fältspatsarter med tvåatomig radikal (Hyalophan samt $Na_2\,Ca$-plagioklas), i hvilka föreningar de uppträda i molekylarförhållandet 2 : 1.

Att äfven hos albit likasom hos orthoklas molekylerna hos invuxna kristaller äro dubbelmolekyler i hufvudaxelns riktning framgår af förekomsten af ytan $\bar{a}_2c$ (y) hos dessa i motsats till $\bar{a}c$ (x) hos påvuxna, så t. ex. hos de bekanta i dolomit invuxna tafvelformiga albitkristallerna från Roc-Tourné med flere ställen i Savoyen, hos hvilka vi hafva att såsom tvillingskristallens kärn- eller centralmolekyl tänka oss en af tvenne i albittvillingsställning stående enkla eller hemiëdriska molekyler bestående holomorf fysisk molekylarkomplex, förenad med en dylik i Carlsbader-tvillingsställning med a-planet såsom sammanvexningsyta, till hvilken centraltvillingsmolekyl sedan enkla fogat sig i de resp. attraktionsriktningarna. Liknande, äfvenledes i dolomit invuxna albitkristaller, dels tafvelformiga parallelt med b-pl. dels prismatiskt pelarformiga, hafva blifvit funna på ett par ställen i Lappmarken, mer eller mindre rödfärgade af en inblandad sannolikt manganhaltig substans.

Albitkristallerna förete i öfverensstämmelse med nämnda komplikation i molekylarstrukturn i allmänhet äfven en större variation i afseende på vinklarna än anorthiten, äfvensom en stor mångfald i afseende på sin yttre habitus. Såsom exempel härpå må ytterligare anföras albitkristaller i pegmatit från Somero utdragna i a-axelns riktning och bestående af b-, c- och $\bar{a}c^2$-pl. ($\infty P\breve{\infty}$. $0P$. $2P\bar{\infty}$), samt albitkristaller från Läteseno i Lappmarken med dels parallelt med c-planet tafvelformig, dels parallelt med b-axeln periklinartadt utsträckt formtyp med ytorna c, ab, a^3b, b, abc, tvillingsartadt utbildad enligt periklinlagen, den tafvelformiga äfven enl. Manebacher-lagen. Att denna albitvarietet i sjelfva verket måste betecknas såsom periklin visas deraf, att såväl tvillingsstreckningen som opt. utsläckningsriktningen på b-planet lutar mot kanten $c:b$ under en mindre vinkel (resp. $+13°$ och $+16^0$) än hos den normala albiten. En approximativ bestämning af den skenbara opt. axelvinkeln i luften ($2E$) gaf 168^0 samt $\beta = 1{,}53$ och således $2V = 81^0$.

Den hos albit, isynnerhet den periklinartade modifikationen, icke sällan förekommande Ka-halten häntyder på tillvaron af en Ka-albit af motsvarande molekylarstruktur med den hos Na-albit. Så t. ex. är den ofvannämnda rödfärgade pelarformiga albiten från Lappmarken t. e. d. kaliumhaltig, utan att detta dock synes inverka synnerligen på dess yttre form, såsom framgår af några af mig gjorda vinkelmätningar: $b:c = 86^0\ 18'$ i medeltal; $ab:ab_3 = 30^0\ 13'$; $ab_3:b = 29^0\ 54'$; $c:c' = 7^0\ 20'$; opt. utsläckningsvinkeln, svår att bestämma på grund af det mörkröda färgämnet, var hos en kristall $+18^0$, således ganska nära den för albiten normala. Sannolikt är att Ka-atomen i den Ka-haltiga albiten har en kantställning motsvarande och påverkad af den hos Na-atomen, hos hvilken en kant antagligen går parallelt med det optiska axel-

planet och tvillingsstreckningen på *b*-planet (den rhombiska genomskärningen); i denna ställning inverkar *Na*-atomen icke på den af *Si*-atomerna betingade hexagonala formutbildningen i prismazonen såsom fallet är med den i hörnställning stående *Ka*-atomen hos orthoklas. I samband härmed kan märkas, att det till kanten $b:c$ sig närmande läget af utsläckningsriktningen på *c*-pl. hos albit, i motsats till det under en vinkel af 36° derifrån skilda hos anorthit, kan i enlighet med ifrågavarande betraktelsesätt bero derpå, att hos anorthit den snedt stälda *Al*-atomen verkar ensam, men hos albit deremot denna dess optiska verkan kompenseras af den i motsatt riktning gående *Si*-atomen.

Anorthit ($Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8$). Såsom redan inledningsvis antydts måste anorthitens kristallisation betraktas såsom hemiëdrisk på grund af den formtyp, som invuxna anorthitkristaller från Orijärvi (lindsayït) och Sillböle (anorthoït) *) förete: med trigonal genomskärning i hufvdaxelns zon i motsats till den vanliga fältspatsformen med rhombiskt eller rhomboïdiskt tvärsnitt. Då nu invuxna kristaller på grund af deras isolerade fria utbildning måste betraktas såsom företeende den egentliga grundformen, så måste ock anorthitens grundform betraktas såsom hemiëdrisk, och den hos påvuxna anorthitkristaller förekommande vanliga formen med rhomboïdisk genomskärning såsom en deraf härledd skenbart holoëdrisk form, uppkommen genom förening af tvenne enkla, hemiëdriskt trigonala former i *b*-axelns riktning antingen i parallel eller albit-tvillingsställning, hvarigenom en öfverensstämmelse med albitformen uppkommer.

Att albitens grundmolekyl förhåller sig till anorthitens såsom 2 : 1 framgår äfven af den kemiska sammansättningen och särskildt af molekylarvolymen, sådan den erhålles genom division af molekylarvigten med spec. vigten, såsom synes af följande sammanställning:

	Mol. vigt.	Spec. vigt.	Mol. volym.	
Albit	524	2,60	201,5	(2).
Anorthit	278	2,76	100,72	(1).

Den ofvannämnda strukturformeln för anorthit står sålunda i öfverensstämmelse med dess molekylarförhållande till albit, sådant detta framgår såväl af dess kristallografiska som kemiska förhållande. Att den äfven, åtminstone till

*) Se fig. 1 och 2 af planschen i slutet af arbetet. Några andra exempel på invuxna anorthitkristaller med tydligt utpräglad hemiëdrisk form hafva mig veterligen icke blifvit funna, och äfven de från nämnda finska fyndorter äro sällsynta. Till det af mig tillförene (l. c.) beskrifna exemplaret af anorthoït (d. ä. i skapolit förvandlad anorthit) har jag senare funnit ett annat, något större exemplar, likaledes invuxet i röd kalksten och med fullkomligt lika form, hvilket tydligen visar, att denna icke beror på någon tillfällighet, hvartill man f. ö. redan af det fria isolerade läget kan sluta.

en viss grad, är ett uttryck för grundmolekylens atomistiska konstitution ådagalägges deraf att anorthitens allmänna pseudohexagonala resp. trigonala formbildning derigenom får sin förklaring nämligen af de i rhomboëdrisk ställning parallelt eller nära parallelt med hvarandra gående *Si*- och *Al*-atomerna, hos hvilka ett rhombdodekaëdriskt symmetriplan motsvarar de opt. elasticitetsriktningarna på de resp. planen. Detta är äfven fallet med opt. axelplanets utsläckningsriktning på *b*-planet i afseende på dess förhållande till *Ca*-atomen, om man tänker sig denna stäld så, att dess mot *b*-pl. vända kant går normalt mot nämnda utsläckningsriktning, i hvilket fall ett oktaëderplan hos densamma går parallelt med *c*-planet hos anorthit formen, och *Ca*-atomen således i likhet med *Al*-formen företer en rhomboëdrisk ställning i förhållande till *c*-normalen. Att f. ö. den antagna relationen mellan de resp. atomerna och grundytorna, nämligen *Ca* motsvarande *b*-pl., $2Si$ *ab*- och $\bar{a}b$-pl. samt Al_2 *c*-pl., kan anses vara i hög grad sannolik, synes mig framgå deraf, att man genom att utgå från denna hypotetiska strukturformel för anorthit kan deduktivt leda sig till strukturformler för de vigtigare öfriga silikater, hvilka formler stå i öfverensstämmelse såväl med dessa silikaters kristallform som kemiska sammansättning, såsom i det följande närmare skall visas.

Andesin, $(Na_2, Ca)\ Al_2\, Si_4\, O_{12}$, uppstäldes redan af Abich såsom en sjelfständig plagioklasart, men har sedermera af flertalet författare blifvit sammanförd med oligoklas eller betraktad i likhet med oligoklas och labrador såsom en förening af albit och anorthit i varierande förhållanden, icke med en konstant sammansättning såsom förhållandet är med plagioklasseriens tvenne gränsspecies albit och anorthit. Att dock detta senare verkligen är fallet eller att man är berättigad att betrakta andesinen af ofvananförda sammansättning såsom en sjelfständig plagioklasart i öfverensstämmelse med Abich's åsigt framgår tydligen deraf, att denna andesin i likhet med albit och anorthit och i motsats till oligoklas och labrador uppträder tydligt och vackert kristalliserad (se mina mineral. medd. VII, VIII och IX; öfv. af Vet. Soc. förh. XXIV, XXV och XXVI). Sådana kristalliserade varieteter med sammansättning nära anslutande sig till den för ifrågavarande andesin beräknade ($SiO_2 = 59{,}76$ %) samt med spec. vigt = 2,67 äro:

Andesin från	Tammela	SiO_2	= 58,39	(Wiik).
„ „	Pargas	„	= 59,59	„
„ „	Orijärvi	„	= 57,37	(Gylling).
„ „	Frejus	„	= 58,32	(Rammelsberg).
„ „	Moss	„	= 59,40	(Tschermak).

Andesin från Bodenmais . . . . $Si\,O_2$ = 58,16 (Damour).
" " l'Ardéche . . . . " = 58,71 "

Äfven Des Cloizeaux, en af de förnämste auktoriteter rörande fältspatsgruppens mineralier, har numera, med frångående af sin förut i likhet med andra franska mineraloger hyllade åsigt om blott fyra plagioklasspecies (albit, oligoklas, labrador, anorthit), i sitt arbete om Oligoklas och Andesin åtskildt andesin från oligoklas, på grund af en undersökning af 19 optiskt och kemiskt nära öfverensstämmande, delvis kristalliserade exemplar.

Beträffande kristallformen kan man äfven hos den kristalliserade andesinen likasom hos förut anförda fältspatsarter göra skilnad mellan påvuxna, dels med hufvudaxeln (t. ex. andesin från Pargas), dels med a-axeln (färglös och grön andesin från Orijärvi) dels med b-axeln (Tammela), samt invuxna (andesin från Åreskutan), hvilken sistnämnda varietet (mineral. medd. IX 38) företer kristaller med trigonal genomskärning i likhet med invuxna anorthitkristaller, således äfvenledes af hemiëdrisk formbildning och, såsom invuxna fältspatskristaller i allmänhet, med domat $\bar{a}_2c$ i st. f. det hos de påvuxna förekommande domat $\bar{a}c$. Från dessa sistnämnda göra dock de med a-axeln påvuxna (t. ex. den gröna andesinen från Orijärvi) undantag, såsom företeende det spetsigare domat (y) och äro sålunda i likhet med de invuxna kristallerna sannolikt att hänföra till kristallmolekyler lika med de fysiska med fördubblad hufvudaxel eller bestående af tvenne kemiska molekyler förenade i denna riktning.

Andesinens kemiska konstitution kan enklast uttryckas såsom en molekylarförening af albit och anorthit i lika molekyler; men då enligt det föregående albitmolekylen förhåller sig till anorthitmol. $= 2:1$, så blir således andesin $= Ab_2 + An_1 = Na_2\,Al_2\,Si_6\,O_{16} + Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8 = 2\,(Na_2\,Ca)\,Al_2\,Si_4\,O_{12}$. Andesinen intager således i plagioklasserien samma intermediära plats som den af S. v. Waltershausen bestämda Hyalophan inom orthoklasserien, och lemnar likasom denna ytterligare bevis uppå att fältspatsarterna med enatomig radikal förhålla sig till de med tvåatomig i afseende på molekylarförhållandet $= 2:1$ eller lika med atomförhållandet mellan de bas. radikalerna $\overset{I}{R} : \overset{II}{R}$, hvilket är en af de analogier, som förefinnas mellan atomer och molekyler i afseende på deras föreningsförhållanden. Man kan sålunda säga, att de enatomiga radikalerna i enlighet med sitt uppträdande såsom dubbelatomer betinga uppkomsten af en dubbelmolekyl, de såsom enkla atomer uppträdande tvåatomiga åter en enkel molekyl.

Oligoklas utgör den kollektiva benämningen för alla mellan albit och andesin liggande plagioklasarter eller molekylarföreningar mellan albit och anorthit,

hvilka med anslutning till Des Cloizeaux's uppfattning (l. c.) lämpligen kunna fördelas på tre hufvudtyper: *albit-oligoklas* ($Ab_6\,An_1$) = (Na_2, Ca) $Al_2\,Si_5\,O_{14}$ t. ex. hvit oligoklas från Lappmarken, *egentlig oligoklas* ($Ab_4\,An_1$) t. ex. grå oligoklas från Sillböle samt *andesin-oligoklas* ($Ab_3\,An_1$) t. ex. grön oligoklas i rapakivi från Artsjö. Till dessa ansluta sig å ena sidan oligoklas-albit med högre albithalt t. ex. hvit och röd stråligt kristallinisk s. k. albit från Tammela samt å andra sidan oligoklas-andesin med högre anorthithalt t. ex. hvit derb andesin från Kimito.

Labrador är det kollektiva namnet för öfvergångslänkarna mellan andesin och anorthit, hvilka i likhet med de nämnda af oligoklas kunna fördelas på följande typer: *labrador-andesin* ($Ab_4\,An_3$) t. ex. den röda s. k. labradorn från Stansvik (spec. vigt = 2,67 samt opt. utsl. på *b*-pl. = —8°); *andesin-labrador* ($Ab_1\,An_1$) t. ex. grön färgskiftande labrador från Lojo; *normal labrador* ($Ab_2\,An_3$) = (Ca, Na_2) $Al_2\,Si_3\,O_{10}$ t. ex. hvit labrador i diabasporfyr från Åland; *anorthit-labrador* ($Ab_1\,An_2$) samt *labrador-anorthit* ($Ab_1\,An_3$) t. ex. plagioklas i olivin-diabas från Satakunta. Denna sistnämnda typ betecknas af en del författare med namnet *Bytownit*.

Sammanfatta vi nu de i det föregående anförda data rörande plagioklasarterna, så finna vi, att de från rent kemisk synpunkt kunna betraktas såsom homologa kiselsyreföreningar motsvarande de organiska homologa kolväte-serierna, i det att de i afseende på sin empiriska sammansättning förete enahanda förhållande mellan den basiska oxiden (Na_2O och CaO) samt indifferenta oxiden (Al_2O_3) men med jemt aftagande kiselsyrehalt från den mest acida, albiten, till den mest basiska, anorthiten. I kristallokemiskt hänseende äro åter de mellan de tvenne hufvudarterna albit och anorthit liggande länkarna att betrakta såsom deras molekylarföreningar, hvarvid den närmaste af $Ab_2 + An_1$ bestående andesinen på grund af sitt uppträdande såsom tydliga kristallindivider har karakteren af ett verkligt sjelfständigt species med konstant sammansättning, under det att de öfriga äro att betrakta såsom isomorfa blandningar, hvarvid dock såsom det synes de enklaste föreningsförhållanden äro de som företrädesvis förekomma. Detta åskådningssätt utgör såsom man finner en förmedling mellan det äldre af de franska mineralogerna gjorda antagandet af från hvarandra skilda fältspatsspecies och den nyare af de tyska efter Tschermak antagna åsigten om en enda oafbruten serie af isomorfa föreningar mellan albit och anorthit.

Nedanstående sammanställning kan tjena till att framställa den uppfattning af plagioklasarternas inbördes förhållande, hvartill jag kommit genom studium hufvudsakligen af finska triklina fältspatsförekomster. Den öfverensstämmer i rent formelt hänseende i det närmaste med de af Tschermak, Rosenbusch m. fl.

gjorda sammanställningarna. I verkligheten eger dock en väsendtlig olikhet rum, i det att nämnda författare fördubbla anorthitmolekylen och betrakta denna fördubblade mol. (= An_2) såsom kemiskt isomorf med albitmolekylen (= Ab_2), ett förfaringssätt, som kan låta försvara sig från kemisk men icke från kristallokemisk eller mineralogisk synpunkt. Onaturligheten af detta betraktelsesätt visar sig deri, att man i sådant fall närmast kommer icke till föreningen $Ab_2\,An_1$, hvilken, såsom ofvanför visats i mineralogiskt afseende uppträder såsom ett sjelfständigt species i likhet med hufvudarterna albit och anorthit, utan till föreningen $Ab_2\,An_2$, som i sitt uppträdande öfverensstämmer med öfvergångsarterna oligoklas och labrador, d. ä. icke såsom den förra uppträder i tydliga kristallindivider. Till samma resultat kommer man, om man med GROTH halfverar albit-formeln och betraktar den halfva molekylen (Ab) såsom isomorf med den enkla molekylen An. Det riktiga och naturenliga är enligt det föregående att betrakta albitmolekylen såsom en dubbelmolekyl $= Ab_2$, och såsom sådan isomorf eller rättare uttryckt egande samma kristallokemiska betydelse som den enkla molekylen An, förhållande sig till den såsom dubbelatomen Na_2 till den enkla Ca. Vi komma sålunda till följande öfversigt af

Plagioklas-serien.

		SiO_2	Spec. vigt.	Opt. utsl. riktn. på b-pl.	Opt. utsl. riktn. på c-pl.
Albit =	$Na_2\,Al_2\,Si_6\,O_{16} = Ab_2$	68,62 %	2,60	+ 20°	+ 4° 30′
Oligoklas	$Ab_6\,An_1 = (Na_2, Ca)\,Al_2\,Si_5\,O_{14}$	64,78 „	2,63	+ 12°	+ 3°
	$Ab_4\,An_1$	63,26 „	2,64	+ 9°	+ 2°
	$Ab_3\,An_1$	61,90 „	2,66	+ 4°	+ 1°
Andesin	$Ab_2\,An_1 = (Na_2, Ca)\,Al_2\,Si_4\,O_{12}$	59,76 „	2,67	− 3°	− 1°
Labrador	$Ab_2\,An_2$	55,56 „	2,69	− 16°	− 5°
	$Ab_2\,An_3 = (Ca, Na_2)\,Al_2\,Si_3\,O_{10}$	52,93 „	2,70	− 19°	− 7°
	$Ab_2\,An_4$	51,25 „	2,71	− 26°	− 12°
	$Ab_2\,An_6$ (Bytownit)	49,10 „	2,73	− 29°	− 18°
Anorthit =	$Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8 = An_1$	43,07 „	2,76	− 36°	− 36°

2. Spodumen-Danburitgruppen.

Till fältspatsgruppen ansluta sig i kemiskt och fysiskt hänseende några mindre allmänt förekommande mineralier, hvilka i kristallografiskt afseende förete

analogier med pyroxengruppens silikater, och derföre af flertalet författare t. e. d. sammanföras med dem. Då emellertid i det kristallokemiska systemet den kemiska sammansättningen bör tillerkännas en större betydelse för mineraliernas frändskapsförhållanden än kristallformen, böra ifrågavarande mineralier på grund af sin alkali- resp. calciumhalt, sin frihet från tunga metalliska beständsdelar samt derföre ljusa färg och jemf. låga spec. vigt hänföras till geoliternas klass såsom en närmast till fältspatsgruppen sig anslutande grupp.

Spodumen (Triphan) kan betecknas såsom en lithiumfältspat af en med hyalophan eller andesin analog empirisk sammansättning ($Li_2\,Al_2\,Si_4\,O_{12}$) samt närmar sig äfven till orthoklas i afseende på sina vinkelförhållanden, såsom följande sammanställning utvisar:

Orthoklas.	Spodumen.
$ab : a\bar{b} = 61^0\,12'$	$\bar{b}c : bc = 61^0\,50'$
$b : c \quad = 90^0$	$b : a \quad = 90^0$
$a : c \quad = 63^0\,57'$	$c : a \quad = 69^0\,40'$.

Vi få sålunda följande motsvarighet mellan ytorna eller riktningarna af atomkrafterna hos de båda mineraliernas grundformer samt deraf vidare atomlagringen inom spodumenens grundmolekyl, hvarvid siffrorna inom parentes utmärka ytornas antal:

Orthoklas.	Spodumen.
$b\ (2) = Ka_2$	$b\ (2) = Li_2$
$c\ (2) = Al_2$	$a\ (2) = Al_2$
$ab\ (4) = Si_4$	$bc\ (4) = Si_4$

Vinkeln $c : a$ hos spodumen skiljer sig visserligen något från $a : c$ hos orthoklas *), dock icke mer än den förra från $c : a$ hos pyroxen, men den närmar sig i stället oktaëdervinkeln $70^0\,30'$ hos den hypotetiska aluminiumatomen, likasom prisma-ytvinkeln $ab : a\bar{b} = 87^0$ till den mot densamma svarande hexaëdervinkeln hos aluminiumatomen, hvilken vinkel, då prismazonen *ab—ab* samt hexaëderzonen *a—b* icke äro fullt öfverensstämmande, ej heller kan vara fullt $= 90^0$ utan något derunder. Orsaken åter till olikheten i vinkeln $a : c$ mellan orthoklas och spodumen beror antagligen derpå, att den senare saknar

---

*) Deremot lutar ett optiskt elasticitetsplan hos spodumen mot dess *a*-plan under en vinkel = 64^0 eller nära lika vinkeln $a : c$ hos orthoklas. Enl. Des Cloizeaux (Manuel de Mineral. p. 351) ligger + bisectrix i detta plan; den i min „Mineralkarakteristik“ efter Naumann-Zirkel angifna + bis. är sålunda efter Des Cloizeaux att betrakta såsom negativ medellinie.

den hos den förra förekommande mot domat *ac* svarande atomkomplexen $2Si\ O_2$. Spodumenens grundytor resp. vinklar motsvara sålunda ännu bättre än orthoklasens dem hos de hypotetiska reguliära elementaratomerna i grundmolekylen. Vidare kan märkas att *a*-pl. (100) hos spodumen öfverensstämmer med *c*-pl. (001) hos orthoklas äfven deri, att det är en tydlig spjelkningsyta, eller kanske snarare en afsöndringsyta, hvaraf äfvensom af den tafvelformiga utbildningen parallelt med detta plan man kunde sluta, att Al_2 här likasom hos orthoklas betingar en fördubbling af molekylen i riktning af *a*-normalen, samt vidare att *a*- och *b*-planen (100 och 010) äro molekylarriktningar i st. f. *ab*-planen (110) hos pyroxen, eller att utbildningen är normal, hvilket ock synes framgå af förekomsten af prismat ab_2 ($\infty P\grave{2}$) hos spodumen i st. f. a_3b ($\infty P3$) hos pyroxen. Af uppträdandet af b_2c ($2P\grave{\infty}$) i st. f. bc ($P\grave{\infty}$) hos spodumen likasom hos fältspatsarterna, äfvensom af de ofta öfvervägande a_2b_2c-ytorna ($2P$) kan man sluta till en fördubbling äfven i *c*-riktningen eller en förening af tvenne fysiska molekyler till en kristallmolekyl i denna riktning.

Den nära relation, som sålunda i kristallokemiskt hänseende förefinnes mellan alkalifältspat och spodumen, förklarar de intressanta metamorfoser i alkalifältspat och den dertill i kristallokemiskt hänseende nära stående muscoviten, hvilka beskrifvits af BRUSH och DANA (Ueber die Mineralfundstätte von Branchville, Zeitschr. für Krystallogr. V), och hvarvid genom inpregnation af *Na*- resp. *Ka*-haltiga solutioner 2 mol. $Li_2\,Al_2\,Si_4\,O_{12}$ förvandlats i $\overset{1}{R}_2\,Al_2\,Si_2\,O_8 + \overset{1}{R}_2\,Al_2\,Si_6\,O_{16}$ med $\overset{1}{R}_2$ i den förra föreningen $= Li_2$ (Eukryptit) och Ka_2, H_2 (Muscovit resp. Killinit), i den senare $= Na_2$ (Albit) stundom äfven Ka_2 (Mikroklin). Den hexagonalt kristalliserande *eukryptiten* förhåller sig härvid till spodumen likasom nephelin till albit, och öfvergår lätt till muscovit. Dessa pseudomorfoser erinra med afseende på albit- och muscovit-individernas strålformiga anordning omkring spodumenkärnan om de omkring beryllkristallerna i pegmatit från Kisko regelbundet anordnade albit- och muscovit-individerna, hvilka dock icke äro att betrakta såsom uppkomna genom metamorfos utan såsom senare utkristalliserade ur magman.

Petalit ($Li_2\,Al_2\,Si_8\,O_{20}$) är den kiselsyrerikaste af de fältspatsartade mineralierna och förhåller sig i afseende på kiselsyrehalten till spodumen såsom anorthit till albit d. ä. den står till den förra i ett liknande homologt förhållande. Detta motsvaras äfven af deras kristallografiska förhållande, om man fördubblar hufvudaxeln i det vanligen antagna axelförhållandet $a : b : c = 1{,}15 : 1 : 0{,}74$ (se „Mineralkarakteristik“ p. 118), i det att nämligen deras biaxlar äro nära lika, men petalitetens *c*-axel då blir något mer än dubbelt så

stor som spodumenens. På grund häraf synes mig deras kristallokemiska förhållande enklast kunna uttryckas sålunda, att petalitens molekyl tänkes sammansatt af tvenne hälfter, den ena lika med spodumen, den andra bestående af $4SiO_2$, fogad dertill i *c*-axelns riktning, och förhållande sig sålunda till hvarandra såsom de två olika hälfterna i den mot spodumenens *c*-axel svarande *a*-axeln hos orthoklas. Petalitens och spodumenens molekyler förhålla sig sålunda till hvarandra såsom orthoklas- och muscovit-molekylerna i deras enklaste form. Att de tvenne hälfterna, såsom man redan à priori kunde förutse, icke äro hvarandra fullkomligt lika utan den $4SiO_2$ motsvarande hälften något större än den andra framgår af följande redan af RAMMELSBERG (Handb. der Mineralchemie I) framstälda förhållande rörande spodumenens och petalitens molekylarvolymer:

	Mol. vigt.	Spec. vigt.	Mol. vol.	
Spodumen	372	3,13	118,9	(1).
Petalit	612	2,45	249,8	(2,1).

Att ett motsvarande förhållande eger rum äfven hos orthoklas eller att den $4SiO_2$ innehållande hälften är något, ehuru obetydligt större än den andra kan man sluta till af den något större vinkeln mellan $\bar{a}c$- och $\bar{a}$-pl. än den mellan *c*- och *a*-planen.

Wollastonit ($CaSiO_3$). Äfven detta silikat ansluter sig i kristallografiskt hänseende till spodumen och dymedelst till fältspatsgruppen. Med antagande af den af DANA (A system of Mineralogy 5 uppl. p. 210) valda grundformen med ytan *c* såsom bas. plan, hvilket synes mig vara att föredraga framför den efter v. RATH i tyska läroböcker antagna grundformen med *u* såsom bas. plan, kommer man till axelförhållandet

$$a : b : c = 1{,}114 : 1 : 0{,}4831 ; \beta = 69^0\,48'.$$

Men på grund af den tydliga spjelkbarheten parallelt med *a*- och *c*-planen samt den vanligen tafvelformiga utbildningen parallelt med det förra planet (orthopinakoïden), synes mig i enlighet med det i inledningen anförda förhållandet mellan spjelkbarhet resp. utbildning och axelriktningar *a*- och *c*-axlarna hos den fysiska grundmolekylen böra fördubblas eller hvilket är detsamma *b*-axeln förminskas till hälften, hvarigenom man kommer till axelförhållandet $1{,}114 : 0{,}5 : 0{,}4831 = a : \frac{1}{2} b : \frac{3}{4} c$ hos spodumen (med axelförhållandet $= 1{,}124 : 1 : 0{,}64 ; \beta = 69^0\,40'$). Detta motsvaras af förhållandet mellan deras molekylarvolymer, i det att wollastonitens mol. volym ($= 116 : 2{,}8 = 41{,}43$) är något

mindre än hälften af spodumens eller förhåller sig till denna såsom kalkfältspaten till alkalifältspaten, hvarvid den mindre storleken af hufvudaxeln hos wollastonit i förhållande till den hos anorthit kan tillskrifvas frånvaron af Al_2-atomer hos den förra. Deremot öfverensstämmer den med anorthit i afseende på den nära lika storleken mellan axlarna b och c, hvaraf den pseudotetragonala formbildningen i a-axelns (klinodiagonalens) zon härrör.

Danburit ($Ca\,B_2\,Si_2\,O_8$) sammanställes af en del författare (t. ex. HINTZE: Handbuch der Mineralogie) med topas på grund af likheten i kristallform, hvilket dock synes mig lika oegentligt som att sammanställa de föregående mineralierna eller tinkal med pyroxen. I ett naturligt system, der den kemiska sammansättningen utgör hufvudindelningsgrund bör danburiten såsom och BREITHAUPT och efter honom TSCHERMAK gjort ställas nära fältspatsarterna, om också icke direkt i deras grupp så dock närmast dertill såsom en länk af spodumengruppen. Att danburit äfven i kristallografiskt hänseende liksom i kemiskt, såsom varande ett kalksilikat med B_2 i st. f. Al_2, nära ansluter sig till spodumen och wollastonit samt å andra sidan till följande Ca-silikater framgår af dess axelförhållande:

$$a : b : c\,^{*)} = 1 : 0{,}9183 : 0{,}441 = 1{,}089 : 1 : 0{,}480,$$

om man nämligen till grundform väljer icke den med hornblende-prismat utan den med pyroxen-prismat analoga formen, hvars berättigande att uppställas såsom grundprisma framgår af dess större utbildning hos danburitkristallerna än det trubbigare prismat, äfvensom vidare deraf, att de vigtigare ytornas formler i detta fall förenklas, hvartill ytterligare kommer, att c-axeln då blir den minsta molekylar-riktningen, hvilket står i öfverensstämmelse med kristallernas prismatiska formbildning. Man kan då tänka sig grundmolekylen hos danburit motsvara tvenne halfva spodumenmolekyler, eller motsvarande fördubblade wollastonit-molekylarform, i tvillingsställning efter a-planet, hvarigenom man kommer till antagandet: $a = B_2$, $b = Ca$, $abc = Si$ d. ä. till $2\,Ca\,\overset{III}{B_2}\,Si_2\,O_8$.

Med danburit sannolikt isomorf är *Barsowiten* ($Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8$), som på grund af sin med anorthitens öfverensstämmande sammansättning kan betraktas såsom polymer dermed, och dess molekyl sålunda motsvarande fyra enkla tvillingsartadt förenade anorthitmolekyler i analogi med andalusit och rhombisk pyroxen.

---

*) För att framhålla likheten med föregående monoklina arter är den kortare axeln (brachydiagonalen) satt = b, äfvenså hos leukophan.

Följande tvenne nära förvandta silikater, hvilka af Brögger (Mineralien der südnorweg. Augitsyenite, Zeitschr. für Krystallogr. XVI p. 246—293) sammanfattas under benämningen **leukophan-gruppen**, kunna lämpligen här få sin plats såsom förmedlande öfvergången mellan fältspats- och spodumengrupperna samt den följande skapolitgruppen.

Leukophan. Detta af Groth såsom monokliniskt, af Brögger (l. c) såsom rhombiskt sfenoïdiskt betraktade mineral har enl. sistnämnde författare axelförhållandet:

$$a : b : c = 1 : 0{,}9939 : 1{,}344\ (= 3.\ 0{,}448),$$

hvilket temligen nära öfverensstämmer med danburitens axelförhållande, om man multiplicerar dess hufvudaxel med 3. Denna hufvudaxelns större längd i förhållande till de ungefär lika biaxlarna står i samklang med och förklarar leukophankristallernas tafvelformiga formtyp och basiska spjelkbarhet i motsats till danburitens prismatiska formbildning; dock förekommer äfven af leukophan en pelarformig varietet, för hvilken den af Brögger antagna halfva hufvudaxeln ($c = 0{,}672$) kan betraktas såsom kristallmolekylar-axel, och hvilken sålunda förhåller sig till den tafvelformiga typen såsom de ofvan anförda påvuxna fältspatskristallerna till de invuxna, d. v. s. de kunna tänkas sammansatta af kristallmolekyler bestående af tvenne fysiska molekyler förenade i biaxlarnas riktning.

Leukophan öfverensstämmer med danburit äfven kemiskt, om man skrifver den af Brögger (l. c. p. 291) beräknade formeln på följande sätt:

$$2\,(Ca\,\overset{II}{Be_3}\,i_2\,O_8 + 2\ Ca\ \ i_2\,O_5 + 3\,NaFl),$$

d. ä. en förening af ett med danburit eqvivalent berylliumsilikat med det i apophyllit ingående enkla calciumsilikatet samt *Na Fl*, hvilken sistnämnda i öfverensstämmelse med Rammelsberg's uppfattning af apophylliten kan tänkas bilda kärnmolekyl, omkring hvilken de öfriga atomerna äro anordnade i enlighet med ofvannämnda atomlagring hos danburit. Skilnaden blir blott den, att vi här i st. för $\overset{III}{B_2}$ får den eqvivalenta $\overset{II}{Be_3}$ samt ett tillägg af en *Ca*-atom i enhvar af *a*- och *b*-axlarnas fyra ändpunkter inom molekylen samt en *Si*-atom i de 8 pyramidala riktningarna, hvarigenom den större likheten mellan *a*- och *b*-axlarna hos leukophan än hos danburit förklaras. Man kan härvid naturenligast tänka sig detta tillskott i form af två molekyler $Ca_2\,Si_4\,O_{10}$ förenade med den, med dem och danburitmolekylen homöomorfa atomkomplexen (2 *Ca*

$\overset{II}{Be_3}\,Si_2\,O_8$) i hufvudaxelns riktning, och får härigenom en förklaring öfver leukophan-molekylens 3 gånger större utsträckning i denna riktning, äfvensom af dess sfenoïdiskt hemiëdriska formtyp, i det att de, på ömse sidor om den mellersta *Ca*, *Be*-silikatmolekylen, befintliga *Ca*-silikat molekylerna måste tänkas i afseende på sin *Ca*-atom stälda korsvis mot hvarandra, hvilket äfven måste vara fallet med de fyra mot hvarannan pyramidal d. ä. sfenoïdal-yta svarande *Si*-atom i den mellersta atomkomplexen.

På grund af denna analogi mellan leukophanens och danburitens grundformer resp. grundmolekyler kan man äfven jemföra den förra med en plagioklas-tvillingskomplex och får derigenom en förklaring öfver de triklina delar den visar i plattor slipade parallelt med basiska planet. Den olikhet som förefinnes i afseende på storleken af dessa triklina partier i de af GROTH och de af BRÖGGER (l. c.) undersökta plattorna beror väl på att de förra äro tagna af de mindre med större doma-plan försedda prismatiska kristallerna, de senare af större prismer med mindre domer. De 8 triangulära tvillingsartadt med hvarandra förbundna partier, hvari dessa plattor i polariseradt ljus visa sig delade med tvenne tydliga och tvenne mindre tydliga tvillingsgränser visa mycken analogi med de enl. Baveno- och Manebacherlagarna sammansatta pseudotetragonala fyrlingskomplexerna af plagioklas.

Melinophan står ännu närmare till det tetragonala systemet än leukophan, ja enligt BERTRAND är den verkligen tetragonal med axelförhållandet $a : c = 1 : 0{,}658$ eller, om man i enlighet med den tafvelformiga utbildningen och basiska spjelkbarheten likasom för leukophan fördubblar hufvudaxeln:

$$a : b : c = 1 : 1 : 1{,}316\ (= 3.\ 0{,}435).$$

BRÖGGER (l. c.) ansluter sig till BERTRAND's uppfattning beträffande melinophanens tetragonala form, men anser på grund af den kristallografiska formbildningen i öfrigt, att den bör hänföras till den rhombotypa tetartoëdriska afdelningen af det tetragonala systemet, hvilken afdelning dock GADOLIN i sin gruppering af kristallformerna (Acta Soc. Sc. Fenn. T. IX p. 30) utmönstrar från det tetragonala systemet samt sammanställer med den sfenoïdalt rhombiska afdelningen. Enligt denna uppfattning kommer sålunda melinophan att betraktas såsom rhombisk i likhet med leukophan, men mimetiskt tetragonal, med en ännu närmare anslutning till den tetragonala symmetrin, förhållande sig sålunda till det tetragonala systemet såsom biotit och klinochlor till det hexagonala. Också framhåller BRÖGGER med afseende på den komplicerade tvillingsstruktur melinophan företer, i det dess små triklina etsfigurer på bas. planet gå i flere olika rikt-

ningar, möjligheten af att melinophan verkligen hör till rhombiska systemet. I analogi med förhållandet hos andra dylika mimetiska kristaller kunde man dock hafva skäl att förmoda, att detta blott är fallet vid vanlig temperatur, men att vid högre eller bildningstemperatur melinophanen är fullt normalt tetragonal.

Huru man nu dock må betrakta melinophanen, antingen såsom verkligt eller blott mimetiskt tetragonal, så ansluter den sig i hvardera fallet nära till skapolit, hvars hufvudaxel är i det närmaste lika med tredjedelen af melinophanens, och den förhåller sig således till skapolit likasom leukophan till danburit; de fyra mineralierna kunna sålunda i kristallografiskt hänseende sägas bilda en homöomorf morfotropisk serie. Denna analogi i kristallografiskt afseende får sin motsvarighet i kemiskt, om man skrifver den af Brögger (l. c.) angifna formeln i öfverensstämmelse med leukophanens på följande sätt:

$$2\,(Na_2\overset{II}{Be_3}\,Si_2\,O_8 + 4\ Ca\,Si\,O_3 + Be\,Fl_2),$$

d. ä. såsom en förening mellan ett med danburit eqvivalent natrium-berylliumsilikat, 2 fys. molekyler = 8 kem. mol. af ett med wollastonit öfverensstämmande silikat samt 2 mol. $Be\,Fl_2$; dessa sistnämnda kunna anses bilda föreningslänkarna resp. kärnmolekylerna mellan de tre silikat-partialmolekylerna, af hvilka grundmolekylen är sammansatt, analogt med förhållandet hos leukophan äfvensom hos chondrodit och glimmerarterna (se längre fram). Det dubbla antalet kemiska Ca-silikatmolekyler mot det hos leukophan kan förklara melinophanens större öfverensstämmelse med det tetragonala systemet: de bilda tvenne fysiska molekyler af tetragonal formtyp, hvardera bestående af 4 monoklina tvillingsartadt förenade partialmolekyler, analoga med wollastonitmolekylerna samt tillsammans motsvarande en Bavenofyrlingskomplex af orthoklas, och anordnade i hufvudaxelns riktning på ömse sidor om den mellersta ($Na_2\,Be$-silikat) molekylen, som är eqvivalent med det motsvarande $Ca\,Be$-silikatet hos leukophan, och sålunda väl äfven här förorsakar den sfenoïdiskt rhombiska formbildningen. Att den mimetiskt tetragonala formkomplexen ytterst utgöres af triklina partialmolekyler i tvillingsställning efter ytor motsvarande de pseudotetragonala prismaytorna a, b och ab ($\infty P \infty$ och ∞P) visa de asymmetriska etsfigurerna på c-planet.

3. **Skapolit-Leucitgruppen.**

Skapolit.

Kemisk sammansättning. Skapoliten hör till de silikater, om hvilkas kemiska konstitution mineralogerna ännu icke trots alla bemödanden lyckats blifva

eniga. Dock visar sig redan tydligt att de skapolitartade mineralierna stå i närmaste samband till fältspatsgruppens mineralier, och att SCHEERER'S åsigt om isomerin eller rättare polymerin mellan dem måste anses vara i hufvudsak riktig. Det är också i enlighet härmed som TSCHERMAK ansett dem i likhet med plagioklas bilda en isomorf serie mellan tvenne silikater: Marialit $= 3\,(Na_2\,Al_2\,Si_6\,O_{16}) + 2\,Na\,Cl$ samt Mejonit $= 3\,(Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8) + Ca\,O$. Dock kunna dessa formler icke uttrycka alla skapolitarter: så t. ex. har Pargas-skapoliten t. e. d. lika sammansättning med anorthiten $(Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8)$. *) Med afseende härpå bör den enkla föreningen $Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8$ (*Paranthit*, DANA) sättas såsom den ena gränslänken i skapolit-serien samt den natriumhaltiga *Werneriten* (se Mineralkarakteristik p. 174) såsom den andra, och mellan dem står den egentliga *Mejoniten* från Vesuvius. Såväl wernerit som mejonit och i analogi med dem äfven paranthit komma att få molekylartalet 4 eller en multipel deraf, för *Ca Al*-silikatet, i öfverensstämmelse med det tetragonala systemets symmetriförhållande, och med denna tetragonala molekylarkomplex är hos de två förstnämnda ett enkelt *Ca*-silikat förenadt i analogi med förhållandet hos leukophan och melinophan, och likaså finnes hos en del skapolitarter $Na_2\,Cl_2$ såsom kärnmolekyl. Med abstraherande från denna sistnämnda beståndsdel kommer man sålunda till följande formler för hufvudtyperna af skapolitslägtet.

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Paranthit} & 4\,(Ca\;Al_2\,Si_2\;O_8). \\ \text{Mejonit} & 4\,(Ca\;Al_2\,Si_2\;O_8) + Ca_2\,Si\,O_4.\end{array}\right\}\; Si\,O_2 = 40\text{—}45\,\%.$$

$$\text{Wernerit}\;\; 4\left\{\begin{array}{l}Ca\;\;Al_2\,Si_2\;O_8 \\ Na_2\,Al_2\,Si_2\;O_8\end{array}\right\} + 2\,Ca\,Si_2\,O_5;\;\; Si\,O_2 = 45\text{—}48\,\%.$$

Till mejoniten (från Vesuvius) ansluter sig den på samma ställe förekommande *sarkoliten* $(Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8 + Ca_2\,Si\,O_4)$ och till werneriten (eller skapoliten från Laurinkaari) alla öfriga natriumhaltiga och mera kiselsyrehaltiga $(Si\,O_2 = 48\text{--}60\,\%)$, samt på grund deraf mera svårlösliga skapolitarter, så vidt icke denna höga kiselsyrehalt kan anses härröra af en förvittring eller förorening, så t. ex. *Ekebergit*, *Mizzonit*, *Dipyr* m. fl.

Kristallokemisk konstitution. Såsom jag i min afhandling om kristallernas grundformer (l. c.) antydt, visar en komplex af 8 med hvarandra enl.

*) DOELTER (Chem. Mineralogie 1890) anser på grund af syntetiska försök, att det icke lider något tvifvel om att ett tetragonalt silikat af Mejonitens form samt anorthitens kemiska sammansättning existerar; härför talar äfven den af mig ofvanföre anförda pseudomorfosen af skapolit efter anorthit (anorthoït).

Baveno- och Manebacher-tvillingslagarne förenade enkla hemiëdriska anorthitindivider en så stor öfverensstämmelse, i afseende på vinklarna mellan de resp. individernas *ab*-plan (i medeltal $43^0\,3'$), med de motsvarande vinklarna af grundpyramiden, ($abc : abc = 43^0\,49'$) hos skapolit, att man har allt skäl att tänka sig atomlagringen hos dess grundmolekyl motsvara en hemimorf pseudotetragonal komplex af 8 sålunda förenade anorthitmolekyler hos påvuxna samt ett dubbelt så stort antal eller en holomorf molekylarkomplex hos invuxna skapolitkristaller, så mycket mer som detta uppfattningssätt står i öfverensstämmelse med ofvananförda kemiska formler. Fig. 7 på den vid slutet af arbetet befintliga planschen visar en sålunda i 8 partialformer delad tetragonal formkomplex (idokras), der hvarje del motsvarar hälften af anorthitformen (fig. 2), i det att prismaytorna *a* och *b* ($\infty P \infty$) hos den förra motsvara *b*-ytorna hos Bavenotvillingskomplexen af anorthit samt den förras pyramidplan (*abc*) prismaplanet (*ab*) hos den senare. Dock bör härvid märkas att hos skapolit deuteroprismaytorna *a* resp. *b* såsom varande tydligare spjelkningsytor sannolikt motsvara *Al* eller deras normaler, protoprismaytorna *ab* åter *Ca*-atomen, hvilket synes framgå af följande sammanställning mellan prisma- och pyramidytornas normaler samt deras reciproka värden:

$ab' = Sin\,45^0 = 0{,}7071$, hvaraf $ab_{,} = 1{,}414$, (1)
$abc' = ab'\,Sin\,31^0\,51' = 0{,}3647$ „ $abc_{,} = 2{,}742$, ($1{,}94$ *)

Från rent kristallografisk synpunkt motsvarar dock zonen $a : abc$ ($\infty P \infty : P$) hos skapolit zonen $b : ab$ hos anorthittvillingskomplexen, hvilket utvisas af deras lika (anormala) utbildning i dessa zoner, i det att den närmast efter *abc* följande a_3bc ($3P3$) hos den förra kommer att motsvara ab_3 ($\infty \breve{P} 3$) hos den senare. Vidare får man genom denna komparation en förklaring öfver den pyramidala hemiëdri, som skapoliten, t. ex. den från Pargas (Paranthit) icke sällan visar: äro nämligen de fyra med hvarandra förenade pseudomonoklina delarna icke tvillingsformer utan enkla (såsom fig. 2), så kommer blott hvarannan kant af komplexen att blifva likartad, och dipyramiden sålunda hemiedriskt utbildad, antingen fullständigt på alla sidor eller delvis, ensidigt, i fall komplexen utgöres af dels enkla dels tvillingsartade delar. I den hemiëdriska grundformen äro sålunda partialformernas antal hälften af de i den holoëdriska formkomplexen.

---

*) I den ofvanciterade afhandlingen om kristallernas grundformer (l. c. p. 21) står t. f. af tryckfel $2{,}242$ i st. f. $2{,}742$.

För riktigheten af detta antagande rörande det nära kristallografiska förhållandet mellan *Ca*-skapoliten (paranthiten) och *Ca*-plagioklasen (anorthiten) talar vidare de af mig funna i skapolit af sammansättningen $Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8$ förvandlade anorthitkristallerna (anorthoït) från Sillböle (mineral. medd. VIII l. c.), hvilka i enlighet dermed förklaras såsom uppkomna genom en molekylarförvandling (paramorfos). Att äfven skapoliten tvärtom kan öfvergå i plagioklas, derför talar den under namn af palaeo-albit bekanta pseudomorfosen från Kragerö af tetragonalt prismatisk form, äfvensom den i hornblende-gneis vid Helsingfors („Den finska Mineralsamlingen i Helsingfors universitet" p. 35) förekommande blandning af färglös paranthit och rödfärgad plagioklas, som på grund af aggregatets yttre skapolit liknande konturer måste betraktas såsom ursprunglig wernerit, öfvergången i paranthit och albit, motsvarande den ofvanför nämnda förvandlingen af spodumenkristaller i eukryptit och albit; paranthit synes sålunda förete en större stabilitet än wernerit, hvartill man äfven på grund af dess enklare molekylarkonstitution kan sluta.

Hvad åter beträffar mejonitens och werneritens molekylarstruktur, så talar äfven den omständigheten, att hos dem 4 molekyler (eller multipler deraf) af ett mot anorthitens resp. albitens halfva grundform ($Na_2\,Al_2\,Si_2\,O_8$) svarande silikat är förenadt med ett motsvarande antal partialmolekyler af ett enkelt *Ca*-silikat, för nyssnämnda åsigt om skapolitens förhållande till plagioklas, i det att de sistnämnda kunna tänkas bilda en kärn- eller central-molekylarkomplex, omhöljd af de förra, förenade på ofvananfördt sätt. Då uti en af tvenne hemimorfa molekylar- eller formkomplexer, af den form fig. 7 visar, bildad holomorf komplex ett tomrum uppstår mellan de båda hälfterna, af enahanda form med dem, ligger det nära för handen att tänka sig nämnda centralmolekyl utfylla detta mellanrum. Att åter *Ca*-silikatet verkligen kan tänkas vara isomorf med *Ca Al*-silikatet, derför talar den omständigheten, att såsom ofvanföre visats grundformen hos skapolit bestämmes af *Ca* och *Si* oberoende af *Al*, som således här kan betecknas såsom kristallografiskt indifferent, äfvensom vidare wollastoniten, hvars vinkel $a : c$ ($69^0\,48'$) närmar sig till skapolitvinkeln $ab : abc = 66^0\,17'$, och som på grund af sin pseudotetragonala formbildning i *a*-axelns zon kan bilda pseudotetragonala tvillingskomplexer analoga med Baveno-orthoklastvillingarna. Äfven den stundom förekommande *Na Cl*-molekylarkomplexen hafva vi såsom nämndt i enlighet med andra *Cl*- resp. *Fl*-haltiga silikater t. ex. apophyllit att tänka oss såsom bildande en kärnmolekyl. Denna åsigt står i samklang med det faktum, att skapoliten i stort icke företer tvillingskristaller, i det att man nämligen såsom en allmän regel kan uppställa den sats, att mineralier, hos hvilka man har skäl att antaga molekyler med kärna aldrig eller

åtminstone blott undantagsvis förete tvillingsbildning i stort i motsats till den ytterst vanliga tvillingsbildningen hos andra t. ex. fältspatsgruppens mineralier, hvilkas molekyler sakna kärnmolekyl.

Den omvexling af albit- och anorthitartade partialmolekyler, som man sålunda kan antaga såsom sammansättande Werneritens molekylarkomplex borde antagligen åstadkomma ett större närmande till det tetragonala systemets formförhållanden än de af ensamt *CaAl*-silikat bestående partialmolekylerna, i det att albit och anorthit i sina vinkelförhållanden kompensera hvarandra eller hafva den ena en spetsig, den andra en motsvarande trubbig vinkel riktad åt samma håll. Dock visar sig icke någon annan skilnad mellan paranthit och wernerit än att den förra företrädesvis synes vara benägen för hemiëdrisk utbildning. Också är det egentligen icke molekylerna såsom sådana utan motsvarande atomgrupperingar vi hafva att beakta och kunna då enklast tänka oss åtskilnaden mellan den pseudotetragonala formkomplexen och skapolitens normalt tetragonala atomkomplex sådan, att de oktaëdriska *Al*- och *Ca*-atomerna hos den förra befinna sig i en sned, osymmetrisk ställning till hvarandra, i den senare i parallel eller i allmänhet symmetrisk och i afseende på *c*-axeln tetragonal ställning. Skilnaden mellan det förra och det senare läget motsvarar skilnaden mellan vinkeln $b:c\,(=87^0)$ hos plagioklas och 90^0 hos skapolit; i den mån partialmolekylerna ökas, blir sålunda äfven de resp. elementaratomernas inbördes läge mera symmetriskt.

Skapolitkristallerna äro i allmänhet temligen normalt utbildade *) i motsats till flertalet öfriga geoliter hos hvilka en anomali i den inre strukturn röjer sig dels optiskt dels äfven i det yttre genom tvillingsstreckning (leucit), variationer i ytvinklarna (albit) eller vicinalstruktur (danburit). Äfven denna stabilitet i afseende på molekylarstrukturn hos skapolit i jemförelse t. ex. med den hos nyssnämnda silikater kan väl tillskrifvas förekomsten hos den förres molekyler af utom *NaCl*, af ett calciumsilikat såsom central-molekyl, hvilken förbinder de omkring liggande partialmolekylerna till en fast komplex.

Äfven skapolitens optiska förhållande talar för den nämnda relationen till plagioklas, i det att genom den ofvan antydda sammangrupperingen af plagioklas-tvillingsindivider en komplex med skapolitens negativa dubbelbrytning måste uppkomma; skapolitaxeln motsvarar *a*-axeln hos orthoklas och är sålunda blott 4^0—5^0 skild från dess största elasticitetsriktning. Mellan skapolit och plagioklas är väl skilnaden i afseende på de motsvarande elasticitetsriktningarna något

---

*) Dock finner man vid undersökning af en parallelt med bas. planet slipad mejonit-platta en ringa opt. tvåaxlighet vid kanterna af plattan med opt. axelplanet riktadt normalt mot dessa.

större i öfverensstämmelse med den större skilnaden i symmetrisk utbildning, men genom den symmetriska ställningen af de asymmetriska partialmolekylerna uppstår en resulterande negativ elasticitetsriktning parallelt med komplexens gemensamma *c*-axel.

Ja äfven de qvantitativa optiska förhållandena hos skapolit (Paranthit) stå i samklang med detta åskådningssätt, i det de kunna teoretiskt beräknas från ofvannämnda antagande beträffande atomernas ställning: Ca och Al_2 (resp. CaO och Al_2O_3) i prisma-zonen d. ä. i den ordinära strålens svängningsriktning, SiO_2 åter motsvarande den extraordinära. Tillämpar man nu på hvardera af dessa riktningar formlerna för beräkningen af medelbrytningsexponenten för en förening i sin helhet, så erhåller man följande resultat:

CaO: refraktionseqv. $= 13{,}3$; mol. vigt $= 56$
Al_2O_3 „ $= 19{,}7$; „ $= 103$
SiO_2 „ $= 12{,}6$; „ $= 60$

hvaraf spec. brytningsförmågan för

$$CaO + Al_2O_3 = \frac{13{,}3 + 19{,}7}{56 + 103} = \frac{33}{159} = 0{,}2075,$$

$$SiO_2 = \frac{12{,}6}{60} = 0{,}201; \text{ och således (spec. v.} = 2{,}2\text{):}$$

$$\omega = 2{,}7 . 0{,}208 + 1 = 1{,}56$$
$$\varepsilon = 2{,}7 . 0{,}201 + 1 = 1{,}54.$$

Dessa värden öfverensstämma med de hos skapolit från Arendal af DES CLOIZEAUX funna värdena för den ordinära strålens brytningsexponent $= 1{,}56$—$1{,}57$ samt för den extraordinära $= 1{,}542$—$1{,}545$.

Gehlenit ansluter sig så nära till skapolit, att den med allt skäl kan betraktas såsom en länk af den egentliga skapolitgruppen. Dock skiljer den sig genom en högre kalkhalt, på grund hvaraf den kan uttryckas genom formeln: $4\,(Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8) + 8\,CaO$, i hvilken således CaO motsvarar det enkla *Ca*-silikatet och $NaCl$ hos föregående skapolitarter. Att en basisk oxid lika såväl som en syra (SiO_2) eller en saltartad (neutral) förening kan bilda en kärnmolekyl, kan man väl à priori förutsätta; och i sjelfva verket synes, att döma af nyare apatitanalyser, CaO kunna substituera Na_2Fl_2 och Na_2Cl_2 såsom kärnmolekyl i apatitens molekylarkomplex.

Från Gehlenitens grundform ($abc : abc = 121^0$) kommer man ännu närmare än från skapolitens till det normala kristallostatiska förhållandet 2 : 1. Man får nämligen:

$abc' = 0{,}7071 \; Sin \; 29^0 \; 30' = 0{,}3482$, och således
$abc_, : ab_, = 2{,}872 : 1{,}414 = 2{,}031 : 1$.

Sarkolit. Enl. DANA (A system of Mineral.) är sarkolitens hufvudaxel, med antagande af den rådande pyramiden såsom grundform, $= 2\,c$ hos skapolit (2.0,44), och dess grundmolekyl kan således betecknas såsom en dubbelmolekyl i förhållande till den senares. Dermed öfverensstämmer äfven sarkolitens i motsats till skapolitens ringa utsträckning i hufvudaxelns riktning, eller dess likhet med en reguliär kristall; den kan sålunda sägas bilda en öfvergång till leucit.

Leucit.

Leuciten, $Ka_2\,Al_2\,Si_6\,O_{16}$ $(= Ka_2\,Al_2\,Si_6\,O_{16} + Ka_2\,Al_2\,Si_2\,O_8)$, kan betraktas förhålla sig till skapolit såsom orthoklas till plagioklas: den uppträder i ett system (vid normal utbildning det reguliära) af högre symmetri än skapolitens tetragonala, likasom *Ka*-fältspat kristalliserar i ett system af högre symmetri än *Na*, *Ca*-fältspat; och likasom *Ka*-fältspat för det mesta är anomalt monoklin (anorthoklas), som vid högre temperatur kan öfvergå i normal ortkoklas, så är äfven leuciten vid vanlig temperatur anomalt reguliär, men öfvergår vid upphettning till glödgningstemperatur, eller vid dess bildningstemperatur, till normalt reguliär, såsom KLEIN till först visat (Nachr. v. d. k. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen, 1880). Enklast kommer man till den anomala, ikositetraëderlika leucitformen, om man tänker sig trenne till skapolitens grundform sig närmande holomorft tetragonala (eller pseudotetragonala) eller 6 hemimorfa former rätvinkligt (tvillingsartadt) genomträngande eller förenade med hvarandra, hvarvid dock dessa sistnämnda måste tänkas hafva en något större hufvudaxel (omkr. 0,5) än skapolit, eller förhållande sig till dennes *c*-axel (0,44) såsom *a*-axeln hos *Ka*-fältspat (0,66) till den hos *Na, Ca*-fältspat (0,63). De af FOUQUÉ och MICHEL LÉVY (Bull. Soc. Mineral. III 121. 1880) på artificiel väg framstälda leucitkristallerna, hvilka bestå af tre tetragonala eller mimetiskt tetragonala hvarandra rätvinkligt genomträngande långsträckta, opt. negativa kristaller äro talande bevis för naturenligheten af detta betraktelsesätt: dessa måste nämligen tänkas hafva uppkommit sålunda, att till en central-molekylartvillingskomplex af nyssnämnda beskaffenhet fogat sig enskilda hemimorfa molekyler af samma pseudotetragonala form i de tre hufvudriktningarna *a, b* och *c*. Att den anomala leuciten verkligen har en pseudotetragonal formutbildning derför talar äfven den af v. RATH o. a. för densamma antagna tetragonala formen. Emellertid kan det väl numera betraktas såsom bevisadt, att leucit vid vanlig temperatur hvarken är tetragonal, ej heller såsom WEISBACH och KLEIN hållit före rhom-

bisk, utan såsom MALLARD visat monoklin, eller snarare såsom FOUQUÉ framhållit triklin. KLEIN (l. c.) kom på grund af sina omfattande undersökningar af leucitens optiska förhållanden till det resultat, att leucit består af tre tvillingsartadt genomträngande rhombiska individer, dock närmande sig till tetragonala systemet (således i analogi med melinophan) samt af vexlande formbildning, så att det hela stundom ter sig såsom en kristall men upplöst i tvillingslameller. Då nu såsom KLEIN framhåller de rhombiska grundformerna visa sig t. e. d. vara mer eller mindre anomalt triklina, så måste följaktligen den anomala leuciten i sin helhet betecknas såsom triklin eller ytterst bestående af triklina tvillingsindivider, sammansatta till pseudorhombiska resp. pseudotetragonala tvillingskomplexer, hvilka åter i sin tur äro förenade till ett pseudoreguliärt helt. För denna åsigt talar nu på det bestämdaste det ofvan antydda förhållandet till anorthoklas resp. mikroklin: i enlighet med det nämnda förhållandet till skapolit kan nämligen dess tvillingsstruktur jemföras med den lamellära tvillingsbildningen hos plagioklas, dock icke med c-planet utan b_2c-pl. såsom tvillingsplan, d. ä. med en upprepad Baveno-tvillingsbildning, i det att rhomb-dodekaëdern hos den reguliära leucit-kristallen motsvarar prismaytan hos skapolit och således brachydomaytan hos den deremot svarande triklina tvillingskomplexen, hvars vinkel $ab : \bar{a}b' = 48^0\,44'$, såsom jag tillförene visat (i afh. „Om kristallernas grundformer“) nära öfverensstämmer med den motsvarande ikositetraëder-vinkeln $abc_2 : \bar{a}bc_2 = 48^0\,12'$.

Man kunde nu möjligen ifrågasätta huruvida icke leuciten rättast borde uttryckas genom formeln $m\ (Ka_2\,Al_2\,Si_2\,O_8 + 2\,Si\,O_2)$ d. ä. betraktas såsom bestående af en molekylarkomplex, med partialmolekyler af anorthitens sammansättning anordnade omkring en kärnmolekyl ($m\,Si\,O_2$) i analogi med större delen skapolitarter. Häremot talar dock leucitens tvillings-lamellärstruktur, hvilken väl beror på tvillingskomplexernas upplösning eller sönderfallande i lamellartadt anordnade partialmolekyler i motsats till förhållandet hos skapolit, hvars i allmänhet konstanta och jemförelsevis normala molekylarkonstitution likasom dess fullkomliga saknad af tvillingsbildning kunna tillskrifvas dess kärnmolekyler. Den anomala leucitmolekylen bör derföre i dess fullständiga form betraktas såsom en komplex af 12 mol. $Ka_2\,Al_2\,Si_6\,O_{16} + 12$ mol. $Ka_2\,Al_2\,Si_2\,O_8$, af hvilka dock de förra i likhet med förhållandet hos orthoklas och albit kunna sättas lika med $Ka_2\,Al_2\,Si_2\,O_8 + 4\,Si\,O_2$, och sålunda af de 6 mol. $Si\,O_2$, 2 mol. komma att hafva en annan plats i molekylarkomplexen än de fyra öfriga: de förra komma nämligen att svara mot ikositetraëderytor eller vara utåtvända i komplexens yttre del, de senare åter inåtvända och således på sätt och vis bilda en motsvarighet till kärnmolekylerna hos skapolit och nephelin.

Det är nu den något olika ställningen af dessa elementaratomer i förhållande till hvarandra vi hafva att tänka oss såsom den egentliga grundorsaken till åtskilnaden mellan det konstanta normala och de varierande anomala tillstånden hos leuciten, i det att de i förra fallet äro fullt lika och symmetriskt anordnade i de tre hufvudriktningarna samt mellanliggande riktningar, i de senare mer eller mindre afvika derifrån. Den anomala leuciten kan närmast paralleliseras med den anomala orthoklasen (anorthoklas), hvilken äfvenledes varierar såväl i kristallografiskt som optiskt hänseende, och det icke blott hos olika utan hos en och samma kristall, såsom jag sjelf varit i tillfälle att öfvertyga mig om hos ofvan anförda, af mig undersökta *Ka*, *Na*-anorthoklas (mikroplagioklas)-kristall från St. Gotthard. Denna variation torde väl kunna sägas vara ett allmänt förhållande hos anomala kristaller. Gränsen för densamma är å ena sidan det normala, mera symmetriska tillståndet, å den andra ett konstant, asymmetriskt: för anorthoklas vanlig mikroklin, för anomal leucit en motsvarande mikroklin af hyalophanens konstitution.

4. Nephelin-Sodalit-gruppen.

Nephelin (*Eleolit*).

Likasom man genom upprepad tvillingssammansättning af anorthitens grundform med tvillingsplan i *a*-axelns zon enl. Baveno- och Manebacher-lagarna kommer till tvillingskomplexer af qvasitetragonal formtyp närmande sig till skapolitens grundform, så kommer man genom en upprepad tvillingsgruppering med tvillingsytor i *c*-axelns zon (*ab*- och *b*-planen) först till en hemimorf pseudorhomboëdrisk eller rättare rhomboëdriskt tetartoëdrisk komplex, nära öfverensstämmande med nephelinformen $^1/_2 R. \infty P2$ (se planschen fig. 8), samt genom ytterligare tvillingssammansättning af tvenne sådana qvasirhomboëdriska komplexer till den motsvarande holoëdriska formen $^1/_2 P. \infty P2$. Vinkeln $a : c$ hos plagioklas ($= 64^0\,4'$ hos anorthit och $63^0\,17'$ hos albit) är nämligen i det närmaste lika med den motsvarande vinkeln $ab : abc_2$ ($\infty P : {}^1/_2 P$) $= 64^0\,9'$ hos nephelin. Man kommer på grund häraf till det antagande, att nephelinens grundform resp. grundmolekyl är sammansatt i öfverensstämmelse med en sådan tvillingskomplex af plagioklas, oah får derigenom en förklaring öfver dess af de asymmetriska etsfigurerna antydda tetartoëdriska molekularstruktur. Att vanligen icke $^1/_2 P$ utan P förekommer utbildad hos nephelin-kristallerna beror på att dess kristaller merendels äro invuxna och sålunda holomorft utbildade, eller innehålla molekyler bestående af tvenne mot hvarandra vända hemimorfa hälfter

(fig. 8), och således med dubbelt så stor hufvudaxel som de hos påvuxna kristaller förekommande hemimorfa.

Riktigheten af detta antagande bestyrkes af nephelinens kemiska sammansättning, i det att såväl Rammelsberg's formel: $3\, R_2\, Al_2\, Si_2\, O_8 + Si\, O_2$ som Rauff's formel: $4\, R_2\, Al_2\, Si_2\, O_8 + Si\, O_2$, om man multiplicerar den förra med 4, den senare med 3, leder till antagandet att nephelin-molekylen utgör en komplex af 12 enkla alkali- (*Na*- resp. *Ka*)-silikat molekyler af anorthitens konstitution samt med 4 eller 3 mol. $Si\, O_2$ såsom kärnmolekyl. Till antagandet af 12 mol. $R_2\, Al_2\, Si_2\, O_8$ leder äfven den ofvan gjorda jemförelsen med plagioklasens pseudohexagonala tvillingskomplex, i det att den i sin holoëdriska och holomorfa utbildning består af 12 halfva eller ensidigt utbildade molekylarformer af albit: $Na_2\, Al_2\, Si_6\, O_{16} - 4\, Si\, O_2$, alldenstund endast *c*-planet eller främre hälften, icke $\bar{a}c$-pl. och den deremot svarande bakre hälften af albittvillingsformen (fig. 3) är utbildad i den pseudorhomboëdriska tvillingskomplexen. De enkla triklina partialmolekylerna kunna derföre äfven betecknas såsom *Na*- resp. *Ka*-plagioklas af anorthitens formutbildning; också närmar sig den ofvan nämnda nephelin-vinkeln $\frac{1}{2} P : \infty P$ mera till den motsvarande vinkeln af anorthit än till den af albit. Beträffande de 3 eller 4 kärn- eller centralmolekylerna $Si\, O_2$, ligger det nära för handen att tänka sig dem i det rhomboëdriska tomrum, som bildas mellan de två mot hvarandra vända hemimorfa molekylarkomplexerna, eller ock motsvarande de inåtvända (bakre) $Si\, O_2$-hälfterna af en del af de plagioklas liknande partialmolekylerna. Att nephelinens molekyler innehålla kärnmolekyler utvisas äfven deraf, att den i likhet med skapolit icke uppträder såsom tvillingar i stort samt icke företer anomali hvarken i kristallografiskt eller optiskt hänseende, åtminstone icke i någon synnerligen utpräglad grad.

Äfven för nephelinen kan man, i likhet med hvad ofvan anförts beträffande skapolit, från den hypotetiska atomistiska konstitutionen komma till brytningsexponenter för *o* och *e*, nära öfverensstämmande med de på empirisk väg funna. Tänka vi oss, i enlighet med ofvananförda sammansättning af nephelinmolekylen, $Na_2 + Si_2$ i riktning af normalerna till prismaytorna, och sålunda motsvarande den ordinära strålens svängningsriktning, samt $Al_2 + 3\, Si$ i riktning af hufvudaxeln, så erhåller man med antagande af spec. vigten $= 2{,}6$

$$\text{för } Na_2\, O + 2\, Si\, O_2\ \frac{12{,}5 + 2.\ 12{,}6}{62{,}1 + 2.\ 60} = 0{,}207, \text{ hvaraf}$$

$\omega = 2{,}6.\ 0{,}207 + 1 = 1{,}5385$ (funnen hos nephelin fr. Vesuvius: $1{,}541$),

$$\text{för } Al_2O_3 + 3\,SiO_2 \; \frac{19{,}7 + 3.\,12{,}6}{103 + 3.\,60} = 0{,}2032, \text{ hvaraf}$$

$$\varepsilon = 2{,}6.\ 0{,}2032 + 1 = 1{,}5282 \text{ (funnen: } 1{,}537) \text{ *)}.$$

Sätter man i st. f. 3 SiO_2 såsom centralmolekyl 4 SiO_2, så kommer man närmare det funna värdet för E näml. $= 1{,}5314$. Ännu närmare kommer man detta värde, om man såsom centralmolekylarkomplex tänker sig 6 SiO_2, hvilket ock står bättre i öfverensstämmelse med det hexagonala systemets symmetriförhållanden: man kommer näml. då till värdet på $\varepsilon = 1{,}5352$. Att detta antagande äfven låter försvara sig från kemisk synpunkt visar följande sammanställning af de i enlighet härmed beräknade procenttalen och de genom analys af eleolit från Fredriksvärn af SCHEERER funna:

	Beräknadt.	Eleolit från Fredriksvärn.	
15 SiO_2	46,97	45,53	44,45
6 Al_2O_3	31,96	32,06	31,94
5 Na_2O	16,18	15,97	15,71
Ka_2O	4,90	4,76	5,17
	100,00		

Den älsta af KLAPROTH gjorda analysen gaf $SiO_2 = 46{,}50$. Dock utvisar flertalet analyser af nephelin och eleolit blott 45—44 % SiO_2, hvilket ger för ifrågavarande centralkomplex blott 4 resp. 3 mol. SiO_2, och möjligen kunde bero på en begynnande metamorfos i natrolit etc., hvarpå äfven den större eller mindre vattenhalten häntyder. I jemförelse med denna variation i kiselsyrehalten äro de öfriga beståndsdelarna temligen konstanta. Sålunda är förhållandet $Na_2O : Ka_2O$ konstant $= 5 : 1$, hvilket motsvarar 10 mol. *Na*-silikat. Då *Ka*-fältspat har en jemf. betydligt mindre ytvinkel i prismazonen än 120°, *Na*-fältspaten åter en ehuru föga betydligt större kan man derföre sluta, att de resp. partialmolekylerna, ehuru i och för sig i prismazonen något afvikande från den hexagonala prismavinkeln, dock tillsammans bilda en fullt normal hexagonal komplex.

Till nephelin ansluta sig följande mindre allmänt förekommande mineralier:

Cancrinit. Den af TÖRNEBOHM i aegirinsyenit från Elfdalen iakttagna ytvinkeln mellan pyramid- och prismaytan $= 116°$ har BRÖGGER funnit äfven

*) Enl. RAMSAY och BERGHELL (Gestein von Iiwaara; Geol. Fören, i Stockholm förh. B. 13) har den i denna bergart („Ijolit") förekommande eleoliten en spec. vigt $= 2{,}63$, hvilken insatt i st. f. 2,60 i ofvananförda formler ger $\omega = 1{,}5444$ samt $\varepsilon = 1{,}5434$, som teml. nära öfverensstämmer med de af RAMSAY funna $\omega = 1{,}5451$ och $\varepsilon = 1{,}5420$.

hos invuxna kristaller från zirkonsyenit vid Langesundsfjorden (Zeitschr. für Krystallogr. XVI). Pyramiden hos cancrinit motsvarar således, såsom BRÖGGER anmärker, $\frac{1}{2} P$ hos nephelin, och då dess kem. sammansättning enl. RAUFF's analys är lika med

$$4\,(Na_2\,Al_2\,Si_2\,O_8) + Si\,O_2 + 2\ Ca\,C\,O_3 + 3\ H_2O$$

så kan den sålunda betraktas såsom en nephelin, i hvilken utom $Si\,O_2$ äfven calcit och vatten (hydroxyl) uppträda såsom kärnmolekyler. Anmärkas kan i samband härmed, att den ofvannämnda pseudorhomboëdriska plagioklas tvillingskomplexen, och sålunda äfven den dermed analoga, i motsvarande delar delade rhomboëdriska formkomplexen af nephelin (fig. 8), omfattar mellan sina tvenne hemimorfa hälfter ett rhomboëdriskt tomrum, som kan utfyllas af en rhomboëder lika med calcitrhomboëdern $-\frac{1}{2} R$, i enlighet hvarmed cancrinitmolekylen kunde betraktas såsom en nephelinmolekyl med calcitkärna. På denna calcithalt beror väl cancrinitens i motsats till nephelinen starkt negativa dubbelbrytning.

De af mig i en finkornig syenitisk gångart af omkr. 2,7 sp. vigt, och på grund af de kemiska reaktionerna samt kristallformen — kristaller i längdsnitt gåfvo ytvinkeln $P : \infty P = 115^0\,30' - 116^0$ — såsom cancrinit betraktade kristallerna (Den finska mineralsaml. etc. Bidr. till känned. af Finl. natur XLVI) skilja sig dock från cancrinit genom en starkt positiv dubbelbrytning; härigenom ansluta de sig till följande tvenne med cancrinit nära förvandta silikater (davyn och mikrosommit), hvilka enl. DES CLOIZEAUX och BERTRAND (Bull. Soc. mineral. 1882) äro positivt dubbelbrytande. En närmare undersökning af nämnda kristaller försvåras dock deraf, att de äro mycket små och till större delen metamorfoserade i ett färglöst trådigt mineral (natrolit?).

Davyn och *Mikrosommit.* Den förra är väl på grund af sin calcit- och vattenhalt att betrakta såsom nära beslägtad om icke identisk med cancrinit. Deremot måste mikrosommit, som i likhet med cancrinit och davyn företer nephelin-pyramiden $\frac{1}{2}P$ såsom begränsande de långsträckta merendels påvuxna prismerna, betraktas såsom en skild afart, eller såsom en starkt *Ca*- och *Ka*-haltig nephelin med $Ca\,S\,O_4$ och $Na\,Cl$ såsom kärnmolekyler inom silikat-molekylarkomplexen.

Eukryptit och *Milarit* äro äfven, om ock mera aflägset än föregående, beslägtade med nephelin, i det att de kunna betraktas stå till resp. spodumen och petalit i samma förhållande som nephelin och dess förvandter till plagioklas. Milarit företer till skilnad från föregående nephelinarter en anomal mikrostruktur, hvilket synes utvisa, att dess molekyler icke såsom deras innehålla kärn-

molekyl: dess kristaller visa sig nämligen vid vanlig temperatur sammansatta af mot de resp. pyramidytorna svarande delar sålunda anordnade, att de af TSCHERMAK, MALLARD o. a. betraktats såsom rhombiska tvillingsbildningar, samt omslutna af mot deuteroprismaytorna svarande, i concentriska kretsar anordnade triklina tvillingslameller. De af W. RAMSAY (Öfv. af sv. Vet. Akad. Förh. 1885 N:o 9) gjorda upphettningsförsök med milaritkristaller, hvarvid de yttre lamellära partierna aftaga, och den innersta mot basiska planet svarande delen, hvilken i plattor parallelt med bas. pl. visar sig enkelt brytande, tilltager, utvisa såsom RAMSAY framhåller riktigheten af RINNE's åsigt, att milariten vid sin bildning varit normalt hexagonal, men vid afsvalning sönderfallit i delar af lägre symmetrigrad, stående i relation till kristallens yttre formförhållanden.

Det nära sambandet mellan de optiskt olika delarna och kristallytorna häntyda på att de förefunnits redan vid kristallens bildning, ehuru de först efteråt genom molekylernas sönderfallande i sina partialmolekyler ge sig tydligt tillkänna samt te sig på olika sätt i polariseradt ljus allt efter de olika molekylar-attraktionsriktningarna normalt mot de resp. ytorna; (se vidare om de analoga företeelserna hos apophyllit, idokras m. fl. anomala kristaller).

Sodalit.

Sodaliten kan sägas stå till nephelin i samma förhållande som leucit till skapolit, i det man nämligen kommer till den dodekaëdriska sodalitformen genom att tänka sig 4 nephelinindivider resp. motsvarande plagioklastvillingskomplexer ytterligare tvillingsartadt genomträngande hvarandra, så att deras hufvudaxlar motsvara rhombdodekaëderns trigonala axlar. Ett stöd för denna åsigt synes mig lemnas af de af W. C. BRÖGGER och H. BÄCKSTRÖM (Zeitschr. für Krystallogr. XVIII) anstälda etsförsöken på sodalit kristaller. De visa nämligen, att hvarje dodekaëder-yta sönderfaller i tvenne hälfter med den längre diagonalen såsom gränslinie, i det att de triangulära, skenbart monoklina etsfigurerna vetta åt motsatta håll, på grund hvaraf således dodekaëdern i sin helhet kan betraktas såsom bestående af fyra hexagonalt rhomboëdriska delar eller ock 8 hemimorfa sådana sammanstötande i centrum. Härför talar äfven den ofta förekommande förlängningen af sodalitens kristaller i en trigonal axelriktning, hvarigenom de erhålla en hexagonal formtyp, äfvensom särskildt den af HESSENBERG beskrifna sodalitkristallen från Vesuvius, liknande en fältspatskristall med en mot *a*-pl. hos fältspaten svarande ikositetraëderyta såsom tvillingsplan.

Denna åsigt står för öfrigt i öfverensstämmelse med den för sodaliten allmänt antagna formeln $2\,(Na_2\,Al_2\,Si_2\,O_8) + Na\,Cl$, i det man nämligen genom

multiplikation af denna kemiska molekyl med 12 kommer till en fysisk molekylarkomplex, bestående af 24 partialmolekyler analoga med pseudomonoklina plagioklastvillingar, symmetriskt anordnade omkring en centralmolekylarkomplex $= 12\ Na\,Cl$. Med antagande af den äldre formeln $3\,(Na_2\,Al_2\,Si_2\,O_8) + 2\ Na\,Cl$ kommer man genom dess multiplikation med 8 till samma antal monoklina partialmolekyler. Att dessa äldre formler hafva mera sannolikhet för sig än de nyare af CLARKE, BRÖGGER m. fl. framstälda har THUGOTT (Mineral chem. Studien, Dorpat 1891) framhållit på grund af kemiska skäl bland annat det, att eleolit smält med *Na Cl* öfvergår i sodalit.

BRÖGGER och BÄCKSTRÖM (l. c.) hafva på grund af kemiska betraktelser kommit till ett uttryck för sodalitens atomistiska konstitution, hvilken de betrakta såsom analog med granatfamiljens. Jag anser det här onödigt att ingå i en närmare betraktning af denna atomistiska formel, alldenstund en sådan närmast synes mig tillkomma kemisten, icke mineralogen, hvilken i främsta rummet har att taga i betraktande molekylarkonstitutionen sådan den framgår ur kristallformen och strukturn på sätt som ofvanför visats. Hufvudskilnaden mellan de äldre formlerna och den af nämnde förf. framstälda ligger deri, att de betrakta *Cl* såsom bunden vid *Al* icke vid *Na*. Detta betraktelsesätt kunde äfven med en viss modifikation låta förena sig med det af mig ofvan framstälda. På grund af nämnda sammanställning af sodalitmolekylarkomplexen med en komplex af plagioklastvillingar kommer man till det antagande, att den förra i afseende på atomernas inbördes lagring består af tvenne lager ett yttre af *Si*- och *Na*-atomer, motsvarande dodekaëderytorna (= prismaytorna hos nephelin) och deras kanter, samt ett inre af *Al*-atomerna (motsvarande rhomboëderytorna i den pseudohexagonala formkomplexen); dessa senare äro sålunda vända inåt mot *Na Cl*-kärnan, och kunna således tänkas med dem närmast förbundna.

Hvad f. ö. beträffar nämnde författares på grnnd af denna formel uttalade åsigt om att sodalit utgör en länk af granatgruppen, så synes mig denna hvarken från kemisk eller mineralogisk synpunkt låta försvara sig. Utom den ofvan antydda nära förvandtskapen mellan nephelin och sodalit i kristallokemiskt hänseende öfverensstämma sodalit och nephelin äfven i paragenetiskt eller petrografiskt afseende, i det att de städse förekomma tillsammans, då deremot sodalit och granat så godt som utesluta hvarandra såsom beståndsdelar i bergarterna. Också visa de af nämnde författare (l. c.) gjorda etsförsöken på en kalkjerngranat från Achmatowsk, hvarvid på dodekaëderytorna framträdde rhombiska etsfigurer, att åtminstone denna granat i afseende på sin molekylarstruktur är väsendtligt skild från sodalit. Sodalitens likasom leucitens förhållande till granaten kan derföre betecknas sålunda, att de äro till det yttre analoga med

denna, men affina eller närmare förvandta, den förra med sodalit den senare med skapolit, granaten åter med den sistnämnda analoga idokrasen.

Hauyn och *Nosean*. På grund af likheten mellan dessa mineralier och sodalit såväl i kristallografiskt som kemiskt hänseende är det tydligt, att ofvan anförda, på sodaliten tillämpade kristallokemiska uppfattningssätt äfven låter använda sig såsom förklaring af deras molekylarkonstitution. Den stora komplikation i afseende på denna man sålunda kommer till motsvaras af den betydliga komplikation i kemiskt hänseende de förete enligt den af RAUFF för dem gemensamt uppstälda molekylarformeln:

$$\left\{\begin{array}{l} l\ (2\ Ca\ Al_2\ Si_2\ O_8 + Ca\ S\ O_4) \\ m\ (2\ Na_2\ Al_2\ Si_2\ O_8 + Na_2\ S\ O_4) \\ n\ (2\ Na_2\ Al_2\ Si_2\ O_8 + Na\ Cl) \end{array}\right\}$$

Skilnaden mellan dessa molekylarföreningar och sodaliten består sålunda deri, att deras af *Na Al*-resp. *Ca Al*- silikater bestående molekylarkomplexer utom med *Na Cl* (d. ä. sodalitmolekyler) utgöras öfvervägande af sådana med Na_2-resp. *Ca*-sulfat såsom kärnmolekyler (Nosean- och Hauyn-molekyler).

Lasurit (den färgande beståndsdelen i lasurstenen) utgör enl. BRÖGGER och BÄCKSTRÖM (l. c.) en molekylarförening af öfvervägande hauyn och underordnad sodalit, hvartill kommer omkr. 20 % *ultramarin*, analogt sammansatt med de förra, men innehållande, i st. f. *Na*-sulfat och *Na Cl*, såsom kärnmolekyl $Na\,S_2$ resp. $Na\,S_3$. Den är dels mörkare dels ljusare färgad, den förra enkelt, den senare anomalt dubbelbrytande och öfvergående genom upphettning i den förra, hvilket väl enklast kan tolkas i likhet med förhållandet hos leucit såsom en molekylarstrukturförändring från ett anomalt tillstånd till det normalt reguliära.

—

Återblick på geoliternas klass. Från den enkla (hemiëdriskt triklina) plagioklasformen kan man genom upprepad tvillingsbildning komma till tvillingskomplexer, hvilka i afseende på vinkel- och symmetriförhållanden så nära motsvara de öfriga geoliternas resp. grundformer, att man har allt skäl att tänka sig de senares molekyler i afseende på den atomistiska konstitutionen sammansatta i enlighet med de förras. Dessa från plagioklas sålunda deriverade former kunna fördelas på tvenne serier, hvardera började med den triklina och slutande med en reguliär form, den ena med en tetragonal, den andra med en hexagonal form såsom öfvergångs- eller mellanform, allt efter som tvillingsytan

i de resp. tvillingsbildningarna gå i *a*-axelns (den tetragonala zonen) eller i *c*-axelns zon (den hexagonala zonen) hos plagioklas. Den förra serien utgöres af plagioklas-orthoklas-spodumen-(petalit, wollastonit)-danburit-leukophan-melinophan-skapolit-leucit, den senare af plagioklas--(*Na*-orthoklas)-nephelin-sodalit, och är sålunda mindre fullständig än föregående, i det den rhombiska länken saknas. Denna kunde dock anses motsvaras af den rhombiska cordieritens metamorfoser (pinit, fahlunit, pyrargillit etc.), hvilka enl. all sannolikhet utgöra blandningar af ett rhombiskt alkali-silikat af cordieritens konstitution med Ka_2 resp. Na_2 i st. f. Mg ($= R_2\,Al_2\,Si_2\,O_8$), med ännu oförändrad cordierit och metamorf muscovit, och till hvars rhombiska form man kan sluta af dessa senares.

Vid denna öfvergång från plagioklasformen till de i öfverensstämmelse med de nämnda tvillingskomplexerna sammansatta geoliternas grundformer kommer egentligen blott den ena hälften af alkali-plagioklasens molekylarform i betraktande, nämligen den mot silikatet $Na_2\,Al_2\,Si_2\,O_8$ svarande molekylarhälften; från den andra, 4 $Si\,O_2$ innehållande hälften kan man på liknande sätt komma till pseudorhombiska och rhomboëdriska tvillingskomplexer, som nära öfverensstämma med kiselsyre-modifikationerna asmanit, qvarz och tridymit, hvilkas hufvudaxlar äro = resp. 1, 2 och 3 gr. af dessa tvillingskomplexers resp. hufvudaxlar, och sålunda förhålla sig till plagioklasformens kiselsyrehälft såsom cordierit, muscovit, biotit etc. till dess silikathälft (se vidare afh. „Om kristallernas grundformer“ Vet. Soc. Öfvers. XXIX). Möjligt är att de egendomliga, hufvudsakligen af $Si\,O_2$ bestående mineralierna Melanophlogit (v. LASAULX) och Cristobalit (v. RATH), hvardera vid vanlig temperatur anomalt reguliära, förhålla sig till nämnda kiselsyreserie såsom sodalit och leucit till sina resp. serier.

Utom dessa tvenne serier af geoliterna med tetragonal och hexagonal formtyp i afseende på prismazonen kan ännu en tredje serie härledas från fältspatsformen nämligen genom tvillingsbildning efter tvillingsplan i den pseudorhombiska *b*-zonen (symmetriaxelns zon). Dock finnes blott ett mineral inom denna serie, som kunde hänföras till geoliternas klass nämligen *zoisit* (med $ab : ab = 63^0\,34'$ ($= a : c = 63^0\,57'$ hos orthoklas); men denna ansluter sig så nära till epidotgruppen, att den med mera skäl kan hänföras till denna såsom dess rhombiska representant.

Cl. II. ZEOLITER.

Vattenhaltiga silikater med f. ö. analog kemisk konstitution som föregående klass; v = 2,0—2,5; h = 4—5. Sekundära mineralier, afsatta på sprickor och hålrum i företrädesvis vulkaniska bergarter.

1. Stilbitgruppen.

Desmin.

Denna bildar jemte *Harmotom* och *Phillipsit* följande homologa resp. isomorfa serie i enlighet med den tillförene af Streng och Fresenius samt sedermera af Rammelsberg (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. XXXVI) framstälda uppfattningen.

$$\overset{II}{R}\, Al_2\, Si_6 O_{16} + 6\, H_2O = \text{Desmin} \quad (\overset{II}{R} = Ca, Na_2).$$

$$\text{„} \quad Si_5 O_{14} + 5 \quad \text{„} \quad = \text{Harmotom} \; (\overset{II}{R} = Ba, Ka_2).$$

$$\text{„} \quad Si_4 O_{12} + 4 \quad \text{„} \quad = \text{Phillipsit} \; (\overset{II}{R} = Ca, Ka_2, Na_2).$$

Kristallformen af dessa mineralier måste visserligen i deras nuvarande tillstånd betecknas såsom monoklin; det kunde dock ifrågasättas med afseende på den nära anslutningen till rhombiska systemet huruvida icke vid bilduingstemperaturen formen varit normalt rhombisk, men vid afsvalningen delat sig i två eller flere partialkristaller af lägre symmetri i analogi med förhållandet hos åtskilliga i det föregående betraktade geoliter. Desmin, den enklaste af de tre zeolitformerna, kan uppfattas såsom sammansatt af tvenne monoklina kristallindivider, närmande sig till fältspatsformen, med $ab\,(\infty P) = 60^0\,44'$, tvillingsartadt genomträngande hvarandra med $c\,(M)$ såsom tvillingsyta *). Hufvudskilnaden mellan desmin- och fältspatsformen (orthoklas) blir då att vinkeln $a : c$ hos den förra är lika med $50^0\,49'$ och således $13^0\,8'$ skild från motsvarande vinkel hos orthoklas, men deremot närmande sig mera än den senare till motsvarande normal vinkel i det reguliära systemet $ab : ab\bar{c}_2\,(\infty O : 2O2) = 54^0\,44'$; (se ofvanföre jemförelsen mellan orthoklas och det reguliära systemets former) **).

---

*) I min „Mineralkarakteristik“ p. 121 och 147 är den bredare kristallytan (T) eller den parallelt med den kortare axeln (brachydiagonalen) betecknad såsom c, den smalare (M) som b-pl.; naturligare är dock, med afseende på analogin med fältspatsarterna, att sätta $T = b\,(\infty P\breve{\infty}$ resp. $\infty P\breve{\infty})$, $M = c\,(0P)$.

**) Anmärkas kan här, att vinkeln $c : \bar{a}c$ hos orthoklas är $= 50^0\,19'$, således nära öfverensstämmande med den ofvannämnda vinkeln $c : a$ hos desmin.

Det är dock blott i mycket små individer desmin visar denna jemförelsevis enkla utbildning (se mina mineral. medd. VI; Finska Vet. Soc. Öfvers. XXII); i större individer ser man på b-pl. utom de fyra större tvillingsfälten fyra smärre, hvilka dock stundom taga öfverhanden öfver de förra, och af hvilka två äro belägna invid kanten $b:c$ samt förete dermed parallel och normal tvillingsstreckning, liknande mikroklinens gallerstruktur, och de två öfriga med strålformig streckning utgående från kristallens centrum mot al-planen (se LASAULX, Zeitschr. für Krystallogr. II). Det synes som om denna mera komplicerade struktur skulle bero på en tvillingsbildning, analog med den hos mikroklin och plagioklas (albit och periklintvillingsbildningen), hvilket åter skulle utvisa, att dessa större desminkristaller vore icke monoklint- utan triklint-anomala. F. ö. förete de, då dessa triklina tvillingspartier blifva ensamt rådande öfver de monoklina, i sin helhet taget en likhet med sådana anomala kristaller, hvilkas inre är delad i koniska delar med centrum såsom spets och de resp. kristallytorna såsom baser. Denna strålformiga mikrostruktur öfvergår småningom till de kärflika aggregationsformer desminen i stort företer.

Hos harmotom upprepas tvillingsbildningen i stort, enl. en lag analog med Baveno-lagen hos fältspaten, till en pseudotetragonal samt hos phillipsit ytterligare till en pseudoreguliär komplex, motsvarande sålunda de mot skapolit och leucit resp. sodalit svarande tvillingskomplexerna af plagioklas; dock äro de ej molekylära tvillingsbildningar, såsom de nämnda geoliternas, utan sådana i stort, beroende väl dock äfven de uppå en central molekylar-tvillingskomplex, till hvilken enkla molekyler symmetriskt fogat sig åt alla sidor. Men då de f. ö. äro lika med desmin kan man tänka sig dem äfven i kemiskt hänseende i hufvudsak öfverensstämma, sålunda att de utgöras af samma silikat $2\,(\overset{1}{R}_2\,Al_2\,Si_4\,O_{12}) = \overset{1}{R}_2\,Al_2\,Si_6\,O_{16} + \overset{1}{R}_2\,Al_2\,Si_2O_8$, men hvartill hos harmotom och desmin tillkomma en kärnmolekyl bestående hos den förra af 2 mol., hos den senare af 4 mol. $Si\,O_2 + H_2O$. Detta antagande bestyrkes deraf, att hos harmotom 1 och hos desmin 2 mol. vatten, på en kem. molekyl af föreningen i sin helhet, bortgår först vid högre temperatur än de öfriga. Man kan då äfven erhålla en förklaring öfver harmotomens och ännu mer phillipsitens större benägenhet för komplicerad tvillingsbildning än desminens, i enlighet med hvad ofvan antydts rörande förhållandet mellan melekyler med och utan kärnmolekyl i afseende på tvillingsbildning i stort. Man kommer sålunda i öfverensstämmelse med förhållandet hos fältspaten till följande sammanställning mellan hufvudytorna och elementaratomerna: $b\,(2) = \overset{1}{R}_2$, $c\,(2) = Al_2$, $ab\,(4) = Si_4$ med de fyra

resp. 8 kristallvatten-atomerna symmetriskt anordnade omkring molekylarkomplexen samt de öfriga H_2O och SiO_2 atomerna inom densamma såsom kärna.

För öfrigt kan märkas, att vinkelförhållandena hos harmotom och phillipsit ännu mera närma sig till det reguliära systemet än hos desmin, hvaraf synes framgå, att de reguliära elementaratomerna hos de förra mera närma sig det parallela resp. symmetriska läget än hos den senare och hos fältspat, hvarigenom sålunda de tre hufvudzonerna, den hexagonala c-axelns zon, den tetragonala a-axelns zon samt den rhombiska b-axelns zon, hos dem göra mera skäl för namnet än hos de förra. Detta står väl i samband med den större komplikationen hos den centrala molekylarkomplexen, hvars särskilda delar icke ensidigt utan flersidigt inverka på hvarandra.

Till phillipsit ansluta sig *Gismondin* och *Zeagonit*, hvilka förete till det yttre formen af tetragonala pyramider, men på grund af undersökningar af Streng, Schrauf (Zeitschr. f. Kryst. 1) m. fl. måste betraktas såsom „polysyntetiska“ d. ä. sammansatta af rhombiska resp. monoklina, tvillingsartadt förenade partialindivider i analogi med föregående zeoliter. Att de verkligen höra till desmingruppen utvisas af de lika vinklarna (118—119° och 91—92°) *) samt af deras sammansättning, som visar att de utgöra länkar af ofvannämnda homologa serie:

$$Ca\,Al_2\,Si_3\,O_{10} + 4 \text{ aq.} = \text{Gismondin.}$$
$$(Ka_2, Ca)\,Al_2\,Si_2\,O_8 + 4 \text{ aq.} = \text{Zeagonit.}$$

Heulandit.

Likasom desmin kan betecknas såsom rhombiskt monoklin eller monoklin med rhombisk formtyp, så är *heulandit* monoklint triklin eller triklin med yttre monoklin formbildning, förhållande sig sålunda till den förra såsom plagioklas till orthoklas. Den skenbara monoklina formen kommer deraf, att de enl. v. Rath och Hessenberg enkla triklina heulandit-individerna äro tvillingsartadt sammanvuxna med b-pl. (= b hos desmin) i likhet med albittvillingarna. Om man hos den sammansatta pseudomonoklina heulanditkristallen med Dana tager ytan z till prismaplan (ab), så kommer man till axelförhållandet:

$$a : b : c = 1 : 2{,}48 : 1{,}06;\ \beta = 88^0\ 35'.$$

Den betydliga längden af b-axeln i förhållande till de andra står i samband med den tydliga spjelkbarheten parallelt med b-pl. I zonen $a : c$ eller b-

---

*) De pseudopyramidala ytorna hos dessa tvenne zeoliter motsvara sålunda prismaytorna hos fältspatsarterna samt ytorna i c-axelns zon hos de förra ytorna i a-axelns zon hos de senare.

axelns zon öfverensstämmer heulanditen deremot fullständigt med fältspat, i det att $T : N = 63^0 40'$ samt $N : T = 50^0 20'$ (= resp. $a : c = 63^0 57'$ och $c : \bar{a}c = 50^0 19'$ hos orthoklas), hvarföre ock en i tvenne triklina tvillingshälfter delad heulanditkristall kan jemföras med en enligt albitlagen sammansatt plagioklastvilling. Då nu heulanditen ($Ca\ Al_2\ Si_6\ O_{16} + 5\ H_2O$) i afseende på silikatet öfverensstämmer med alkalifältspat och desmin, måste väl skiljaktigheten från dem, nämligen den betydliga utsträckningen i b-riktningen och den mindre symmetriska formen tillskrifvas kristallvattenmolekylerna, hvilkas antal är udda i motsats till det jemna antalet hos desminarterna, äfven om man här på grund af DAMOUR's försök måste tänka sig två molekyler deraf närmare förbundna med sjelfva silikatet i likhet med förhållandet hos desmin, således väl närmast förenade med $2\ Si\ O_2$ bildande en kärnmolekyl eller inre molekyl inom den egentliga af silikatet bildade molekylarkomplexen. Denna måste f. ö. äfven hos heulandit tänkas konstituerad analogt med desmin i enlighet med den af MALLARD gjorda iakttagelsen, att heulandit-spjelkningsplattor i polariseradt ljus visa sig sönderdelade i fyra delar med olika opt. axelläge, hvilka äfven jag (mineral. medd. VI l. c.) iakttog hos heulandit från Arendal och Island samt på grund af tvenne närliggande delars axelläge (10^0—20^0 från kanten $b : c$ i motsatta riktningar) ansåg mig kunna tyda såsom beroende på en tvillingsbildning med c-pl. såsom tvillingsyta. Det optiska axelplanet är normalt symmetriskt, men öfvergår vid uppvärmning (såsom MALLARD och KLEIN visat) i ett läge normalt mot det vid vanlig temperatur, med bibehållande af b-axeln såsom positiv bisectrix. Detta beror dock ej blott af temperatur förhöjningen utan ock af bortgåendet af de 3 mol. kristallvatten, hvilka återkomma jemte det förra optiska tillståndet vid afsvalning i fuktig luft.

De tvillingsartade fält, hvari b-pl. hos heulandit visar sig deladt, hafva genom senare undersökningar af RINNE (Sitzungsber. d. k. Pr. Akad. d. Wissench. XI) visat sig vara identiska med de hos många anomala kristaller, t. ex. de af milarit och sannolikt äfven de ofvannämnda desminkristallerna, förekommande koniska sectorer, hvari de vid vanlig temperatur visa sig delade med spetsarna i centrum samt baserna motsvarande de resp. kristallytorna. Och likasom i allmänhet fallet är med sådana kristaller försvinna äfven hos heulandit vid upphettning till 150^0 (hvarvid 2 mol. aq bortgå) dessa särskilda delar, i det att deras olika axellägen blifva parallela sinsemellan samt med c- resp. a-riktningarna hos kristallen, hvilket af RINNE tydes såsom en öfvergång från det monoklina till det rhombiska stadiet. Då emellertid heulandit såsom ofvan framhållits vid vanlig temperatur egentligen måste betraktas såsom triklin, så har man skäl att betrakta denna förändring såsom en öfvergång från det triklina

till det monoklina tillståndet så länge det icke ådagalagts att härvid äfven vinkeln $\beta = a : c$ öfvergår från sned till 90°. I hvarje händelse är dock härigenom konstateradt, att heulandit vid uppvärmning närmar sig till den mera symmetriska desminen, dock med antagande af DANAs axelförhållande med andra grundytor än denna, i det att *c*- och *a*-pl. hos desmin, tänkt som monoklin, motsvara de mellan heulanditens *c*- och *a*-plan liggande a_2c- och $\bar{a}_2c$-pl. (*N* och *P*). Betraktar man med NAUMANN m. fl. dessa senare jemte *T* såsom hufvudytor, kan man genom tvillingssammanvexning af tvenne heulanditformer med *N* såsom tvillingsplan komma till en formkomplex, som närmar sig desminformen.

Brewsterit är den vid vanlig temperatur monoklina formen af heulanditsubstansen, med uteslutande utbildning af ytorna i zonerna *a*—*b* och *c*—*b* utan de mellanliggande hos heulandit utvecklade ortho- resp. makrodomerna (*N* och *P*). Äfven hos brewsterit öfvergår det opt. axelplanet, såsom KLEIN visat (Zeitschr. für Krystallogr. IX) vid uppvärmning till 200° från ett snedt till ett parallelt med *c*-axeln gående läge, samt återgår vid afsvalningen i sitt förra läge, dock i motsats till den egentl. heulanditen äfven i det fall, att kristallvattnet genom plattans liggande i canadabalsam eller andra vattenfria media hindras att bortgå resp. återkomma, äfvensom utan synnerlig förändring af opt. axelvinkeln. Denna skiljaktighet mellan heulandit och brewsterit i optiskt hänseende talar för deras olika tillstånd före och efter uppvärmningen: nämligen vanlig heulandit såsom triklin och monoklin, brewsteriten monoklin och triklin. Dock visar äfven brewsteriten på *b*-pl. en delning i fält med olika utsläckningsriktningar samt mot centrum, eller basen hos de hemimorfa, påvuxna kristallerna konvergerande gränslinier, hvilka försvinna vid upphettningen.

Epistilbit är redan vid vanlig temperatur till det yttre skenbart rhombisk med $a : b : c = a : b : \frac{1}{3} c$ hos heulandit. Dock är den i afseende på sin inre struktur monoklin samt består af tvenne monoklina heulandithälfter, tvillingsartadt förenade med *a*-pl. (orthopinakoïden), hvilket visar sig särskildt tydligt hos den *Ka*, *Na*-haltiga epistilbit som af v. FRITSCH betecknats med namnet *Reissit* (LUEDECKE: Jahrb. für Mineral. 1881 Bd. I p. 162). Vid uppvärmning öfvergår den äfven i afseende på strukturn till rhombisk, såsom jag varit i tillfälle att öfvertyga mig om genom undersökning af spjelkningsplattor parallelt med *b*-pl. af epistilbit från Island. Den har sålunda tydligen vid sin bildning varit normalt rhombisk, men blifvit anomalt monoklin vid vanlig temperatur genom molekylernas sönderfallande i sina tvenne monoklina hälfter. Den närmar sig sålunda mera än de andra heulanditarterna till desmin.

2. Natrolit-Skolezitgruppen.

Natrolit kristalliserar enl. LUEDECKE (Jahrb. für Mineral. 1881) såväl rhombiskt som monosymmetriskt, *skolezit* monokliniskt och trikliniskt. Den förra förhåller sig sålunda kristallografiskt till den senare såsom desmin till heulandit, ett förhållande, som motsvaras af deras kem. sammansättning, i det natrolit är $= Na_2\,Al_2\,Si_3\,O_{10} + 2$ aq., skolezit $= Ca\,Al_2\,Si_3\,O_{10} + 3$ aq., och den förra således i öfverensstämmelse med sin mera symmetriska kristallform i likhet med desminarterna företer ett jemt antal, den senare åter såsom heulandit ett udda antal kristallvattenmolekyler. Af LUEDECKE's undersökning (l. c.) äfvensom vidare af BRÖGGER's undersökning af natrolit (Radiolit) från Lagesundsfjorden (Zeitsch. für Krystallogr. XVI) samt af FLINK's af skolezit från Island (Bih. till Sv. Vet. Akad. Handl. 13) kan man sluta, att den rhombiska eller i det närmaste rhombiska natrolitmolekylen är sammansatt närmast af tvenne monoklina samt den monoklina skoleziten af fyra enkla (hemiëdriskt) triklina partialmolekyler, med hvarandra förenade till ett mer eller mindre homogent monosymmetriskt helt. Till denna åsigt beträffande skoleziten kommer man äfven från kemisk synpunkt, om man tänker sig skoleziten sammansatt i enlighet med labrador (af typen $Ab_2\,An_3$), således $= (Ca\,Al_2\,Si_6\,O_{16} + 6\text{ aq}) + 3\,(Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8 + 2\text{ aq}) = 4\,(Ca\,Al_2\,Si_3\,O_{10} + 3\text{ aq})$; af de tvenne silikater, af hvilka skolezitens molekylarförening kan tänkas bildad är den ena i qvantitativt hänseende öfverensstämmande med desmin, den andra åter ingår i Thomsonitens sammansättning (se nedanföre). Då nu vidare i enlighet med det allmänna förhållandet hos rhombiska kristaller i afseende på deras molekylarkonstitution natroliten såsom nämndt måste betraktas såsom motsvarande en dubbelmolekyl eller tvenne skolezitmolekyler, så komma vi sålunda till samma förhållande mellan natriumsilikatet natrolit och calciumsilikatet skolezit, som tillförene mellan albit och anorthit, eller molekylarförhållandet 2 : 1, i det att natrolitens fysiska molekyl är $= 8$, skolezitens $= 4$ kemiska molekyler. Det är dock icke i detta utan tvärtom i förhållandet 1 : 2 som de med hvarandra mestadels äro förenade till den enl. LUEDECKE's undersökning rhombiska eller pseudo-(monoklint resp. triklint) rhombiska *mesoliten*, hvilken sålunda motsvarar den basiska länken $Ab_2\,An_4$ i plagioklasserien.

Riktigketen af detta betraktelsesätt bestyrkes yttermera deraf, att en Baveno-fyrlingskomplex af enkla anorthitindivider, härledd från den i fig. 2 af planschen framstälda grundformen sålunda att de fyra individernas *c*- eller *b*-ytor tillsammans bilda en prismatisk ytkomplex med vinklar närmande sig 90°, kommer att motsvara prismaformen i skolezitens formkomplex; tänker man sig nu dessa ytor i anorthitkomplexen begränsade icke af anorthitindividernas *ab*-

ytor (anorthit-prismat) utan af deras *a*-ytor (makropinakoiden)*), så komma dessa senare att motsvara pyramidytorna hos skolezit- och natrolit-kristallerna, alldenstund deras vinklar (omkr. 144°) närma sig pyramidvinklarna hos skoleziten resp. natrolit (fig. 5) hos hvilken senare man dock i st. f. 4 enkla har att tänka sig 4 tvillingsindivider eller de förra delade i tvenne hälfter med *b*-pl. (eller brachypinakoïden hos anorthitindividerna) såsom tvillingsyta, hvarigenom man kommer till en af 8 enkla eller hemiëdriskt triklina individer bestående tvillingskomplex motsvarande natrolitens molekylarkomplex. Af denna analogi mellan nämnda tvillingskomplexer af anorthit samt skolezitens resp. natrolitens grundformer kan man sluta till att det hos dem ingående enkla silikatet är $= Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8$, och att således de öfriga 4 resp. 8 molekylerna $Si\,O_2$ äro att betrakta såsom kärnmolekylarkomplex, motsvarande det centrala rum, som finnes inom nämnda af tvenne hemimorfa bestående holomorfa formkomplex (se fig. 5).

Vidare finner man af denna jemförelse mellan skolezit-natrolit formerna och anorthitens grundform, att *Al*- och *Ca*-atomerna hos de förra måste tänkas ligga i deras *ab*—*c* samt *ab*—$a\bar{b}$-zoner, *Si*-atomerna åter i zonerna *a*—*c* resp. *b*—*c*, i motsats till desminarterna, hos hvilka såsom ofvan antydts de förra elementaratomerna ligga i resp. *a*—*c* och *b*—*c* zonerna, de senare åter i *ab*—*c* eller motsvara *abc*-ytorna; de stå sålunda till hvarandra i omvänd eller rättare diagonal ställning med afseende på deras förhållande till plagioklasformerna, i det att prismariktningarna hos de förra (nålzeolitarterna) motsvara pinakoïdriktningarna hos de senare (bladzeolitarterna).

Slutligen kan man, då dessa anorthittvillingskomplexer, såsom fallet är med samtliga från de hemiëdriska anorthitformerna (fig. 1 och 2) närmast härledda formkomplexerna, äro hemimorfa, sluta till en dylik hemimorfism äfven hos nålzeoliterna, hvilket ock hvad skoleziten beträffar utvisas af dess polära elektricitet. Hos natrolit är hemimorfismen mindre tydligt utpräglad och visar sig i allmänhet blott formelt hos de vanligtvis påvuxna kristallerna. Men att den äfven förekommer hos till det yttre skenbart holomorfa kristaller visa de af v. Koenen (1874) och Stadtländer (1885) beskrifna natrolitkristallerna från Stempel vid Marburg, hvilka bestå af tvenne hälfter förenade med bas. planet och stående i en halft omvänd, diagonal ställning med *a*-axeln hos den ena motsvarande *b*-axeln hos den andra, hvilket af v. Koenen betraktas såsom en vridning af 90° af den ena hälften i förhållande till den andra, af Stadtländer åter såsom en tvillingsbildning med *ab*-pl. såsom tvillingsyta, motsvarande *c*-

---

*) I fig. 2 är en sådan enkel anorthitform, begränsad af $c.\ a.\ b_2c.\ \bar{b}_2c$, aftecknad såsom fragment af den större formkomplexen *ab.b.c.*

planen hos anorthittvillingskomplexen. R. BRAUNS (Die optischen Anomalien der Krystalle) anser den förra, med MALLARD's teori öfverensstämmande åsigten sannolikare. Dock synes mig den senare såsom grundande sig på en verklig tvillingslag, motsvarande Manebacher lagen hos fältspat, hafva mera skäl för sig. Härvid bör dock märkas att kristallerna i midten förete en genomskärning af 90° samt först mot ändarna blifva tydligt rhombiska, hvarföre ock tvillingsbildningen i midten måste tänkas såsom molekylär d. ä. de båda hälfternas i omvänd tvillingsställning stående hemimorfa molekyler äro i midten intimt sammanblandade, med den trubbiga vinkeln hos den ena hälftens molekyler kempenserande den spetsiga vinkeln hos dem af den andra, samt särskiljas småningom mot de resp. kristalländarne. Anmärkas kan härvid äfven, att den ofvan nämnda, med natrolitformen analoga anorthit-tvillingskomplexen lika väl kunde betecknas såsom pseudotetragonal som pseudorhombisk, hvarföre äfven åtskilnaden mellan den mellersta delen och ändarne af ifrågavarande kristaller äfven kunde anses bero på en något olika inbördes ställning af partialmolekylerna, i midten med tetragonal, mot ändarne med rhombisk (diagonal) symmetri.

Skolezitformens sönderfallande i 4 triklina, tvillingsartadt förenade partialformer visar sig synnerligen tydligt hos de af G. FLINK (Bihang till Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 13) beskrifna skolezitkristallerna från Island. Dessa triklina subindivider visa sig här bestämdt skilda från de tvenne monoklina tvillingsdelarna med tvillingsyta lika med skolezitens *a*-plan, hvilka på dess *b*-pl. ge sig tillkänna genom en fjäderformig streckning (liknande den som visar sig på *b*-pl. hos tafvelformiga enl. Manebacherlagen sammansatta plagioklastvillingar), hvarföre ock FLINK åtskiljer de förras tvillingsgränser såsom sekundära från de senares såsom primär. Det synes mig att man på grund häraf kan sluta, att dessa skolezitkristaller ursprungligen, vid högre temperatur, varit monoklina men vid öfvergången till vanlig temperatur sönderfallit i triklina partialformer.

Den prismatiska spjelkbarheten och den betydliga utsträckningen hos nålzeolitarterna i *c*-axelns riktning beror tydligen på den ringa storleken af *c*-axeln i förhållande till *a*- och *b*-axlarna hos grundmolekylen. Blir *c*-axeln hos kristallmolekylerna förlängd, i det att tre fysiska grundmolekyler förena sig i denna riktning, såsom förhållandet måste tänkas vara hos den af BRÖGGER (l. c) anförda af v. LANG iakttagna natrolittypen med domat $3\bar{P}\infty$ såsom förherrskande, så får ock kristallen en tendens att utbilda sig i en biaxels riktning.

Thomsonit. Dennes grundmolekyl kan med afseende på dess kristallform (se „Mineralkarakteristik" p. 108) sättas = två molekyler natrolit — $Si\,O_2$ förenade i *c*-axelns riktning, en åsigt, hvartill man äfven kommer på grund af

den kemiska sammansättningen, som kan sättas $= 2\,(\overset{1}{R}_2\,Al_2\,Si_2\,O_8 + 2\text{ aq}) + H_2O$ d. ä. en förening af tvenne med anorthit lika sammansatta Ca, Na-silikater ($+ 4$ aq) med H_2O såsom sammanbindande kärnmolekyl. I öfverensstämmelse med den större hufvudaxeln förete anorthitkristallerna en mindre utsträckning i denna riktning än natrolit och skolezit.

Förhållandet mellan stilbit- och natrolitgruppernas zeoliter (blad- och nålzeoliterna) kan i allmänhet uttryckas sålunda, att de hvardera med afseende på sina grundmolekyler, t. e. d. äfven med afs. på kristallerna i stort, motsvara komplexer af plagioklastvillingar enl. Manebacher- och Bavenolagarna, men skilja sig deri, att hos desminarterna pinakoïdytorna, hos natrolitarterna prismaplanen motsvara *c*- resp. *b*-planen hos plagioklasarterna, hvilket står i öfverensstämmelse med den öfvervägande pinakoïdala utbildningen hos de förra i motsats till den primatiska formbildningen hos de senare.

3. **Laumontitgruppen.**

Laumontit ansluter sig temligen nära till föregående zeoliter genom sin prismatiska utbildning och spjelkbarhet med nära 90° genomskärning, men skiljer sig dock såväl kristallografiskt som kemiskt så mycket från de egentliga nålzeoliterna, att den jemte den s. k. *Leonharditen* synes mig böra uppställas såsom en särskild grupp, så mycket mer som den äfven i paragenetiskt hänseende skiljer sig från dem och flertalet andra zeoliter genom sitt uppträdande företrädesvis såsom sprickfyllnad i äldre bergarter. I afseende på kristallformen ($ab = 93^0\,44'$; $\beta = 68^0\,40'$) närmar den sig till eller är analog med spodumen och wollastonit bland geoliterna samt pyroxen bland metalloliterna, och kan i likhet med den senare härledas från anorthitformen (fig. 2) genom en tvillingssammansättning med b_2c såsom tvillingsyta (Bavenotvilling), hvarvid vinkeln $c : ab$ hos denna sistnämnda ($= 65^0\,53'$) är nära lika med vinkeln mellan de tvenne rådande formerna ∞P och $2\bar{P}\infty$ hos laumontiten ($ab : \bar{a}_2c = 66^0\,30'$); *ab*-ytorna hos laumontit komma sålunda att motsvara *ab*-ytorna hos skolezit samt *b*- och *c*-ytorna hos plagioklas. Märkas kan äfven den formela likheten med desmin: *ab* och $\bar{a}bc$ ($60^0\,28'$) hos laumontit äro i afseende på vinklarna nära lika med *ab* och *abc* hos desmin, tänkt som rhombisk form.

I kemiskt hänseende öfverensstämmer laumontitens empiriska formel ($Ca\,Al_2\,Si_4\,O_{12} + 4\,H_2O$) med phillipsit, men skiljer sig från denna derigenom att hälften af vattenhalten är constitutionsvatten eller intramolekylärt, den andra hälften kristallvatten eller extramolekylärt. Förhållandet mellan kristallvatten-

molekylerna (1 : 2) hos laumontit och phillipsit motsvarar deras symmetriförhållande: monosymmetri hos laumontiten, disymmetri hos phillipsiten.

Leonharditen innehåller blott 3 mol. H_2O och förhåller sig sålunda till laumontit lika med skolezit till natrolit. Häraf är sannolikt 1 molekyl constitutionsvatten, alldenstund likheten i kristallografiskt hänseende med laumontit förutsätter en lika kristallvattenhalt, hvilken, om man tänker sig de påvuxna kristallernas fys. grundmolekyl såsom bestående af tvenne kem. molekyler, utgöres af 4 mol. aq sannolikt motsvarande prismaytorna.

4. Apophyllitgruppen.

Till denna grupp synes mig utom den egentliga tetragonala apophylliten äfven böra föras den rhombiska okeniten, alldenstund apophylliten i kristallokemiskt hänseende måste anses dermed nära beslägtad. Deras inbördes kemiska frändskap framgår af följande sammanställning.

$$Okenit = H_2\,Ca\,Si_2\,O_6 + \text{aq}$$
$$Apophyllit = 4\,(H_2\,Ca\,Si_2\,O_6 + \text{aq}) + Ka\,Fl, \text{*)}$$

på grund hvaraf apophyllitens molekyl kan sättas lika med 4 okenitmolekyler eller 4 mol. $Ca\,Si_2\,O_6$ med 4 mol. $H_2\,O$, hvartill ytterligare kommer 1 mol. $Ka\,Fl$, såsom kärnmolekyl, samt 4 mol. kristallvatten. Till samma åsigt föres man från en betraktning af apophyllitens morfologiska och optiska karakterer. Apophyllitens pyramidala medelkantvinkel (60—59°) är nämligen nära lika med okenitens prismavinkel omkr. (58°) och man har sålunda skäl att tänka sig apophyllitens pyramidala grundform motsvara tvenne prismatiska okenit-former stälda rätvinkligt mot hvarandra. Uti okenitprismat är normalen ab' ($= abc'$ hos apophyllit) nära = hälften af normalen eller axeln b ($= c$ hos apophyllit), och således de reciproka värdena till dessa normaler, $ab_, : b_, = 2 : 1$, motsvarande de kristallostatiska konstanterna af $Si : Ca$, hvaraf sålunda framgår att i en okenitmolekyl ingå 4 $Si\,O_2$ och 2 $Ca\,O$ eller att en fysisk grundmolekyl af okenit motsvarar 2 kem. molekyler, och således en mol. apophyllit fyra kemiska molekyler.

Denna åsigt om apophyllitens molekylarkonstitution bestyrkes af de korsformiga etsfigurerna, hvilka man vid etsning med utspädd saltsyra erhåller på

---

*) Dessa formler äro uppstälda af Rammelsberg. Andra såsom Groth (Tabellar. Uebers. der Mineral.) hänföra *Ka* till *Ca* samt *Fl* till constitutionsvattnet (hydroxyl), hvilket väl kan förena sig med ofvan anförda åsigt om apophyllitens förhållande till okenit.

bas. spjelkningsytan, och hvilka bestå af tvenne hvarandra korsande långsträckta fördjupningar merendels gående parallelt med de otydligt spjelkbara deuteroprismaytorna *a* och *b*, ställvis dock äfven parallelt med protoprismariktningarna (*ab*). Vidare bestyrkes denna åsigt af de anomala optiska företeelserna, i det att interferenskorset vid vridning af apophyllitplattan mellan korsade nicoler delar sig i tvenne hyperboliska curvor hvilkas skärningsriktning eller de rhombiska subindividernas opt. axelplan gå parallelt med *ab*-riktningarna (protoprismat), på en del ställen i den ena på andra i den deremot rätvinkliga.

I plattor från kristaller med tydliga begränsningsytor visar sig enl. Klein (Neues Jahrb. 1884) en regelbunden anordning af optiskt olika fält efter de olika kristallytorna, häntydande på ett samband mellan de förra och de senare i analogi med förhållandet hos många andra anomala kristaller. Den anordning af molekylerna, hvarpå dessa optiskt olika delar bero, måste väl tänkas redan ursprungligen hafva förefunnits, ehuru den först efter kristallbildningen vid öfvergången till lägre temperatur tydligen framträder eller med andra ord den ofvanantydda fördelningen af grundmolekylens elementaratomer på tvenne rhombiska molekylarhälfter synes mig kunna förklara molekylar-anordningen i stort: i den mot bas. planet svarande delen äro de tvenne hälfterna i jemvigt, och den synes derföre opt. enaxlig, i de mot pyramid- och prismaytornas normaler gående attraktions- resp. aggregationsriktningarna te sig åter molekylarkomplexerna snedt eller ensidigt och visa sig sålunda optiskt tvåaxliga.

I sitt senaste arbete öfver apophylliten (Sitzungsber. der K. Pr. Akad. d. Wissensch. XVIII. 1892) har Klein närmare undersökt en mängd apophyllitarter och dervid funnit, att apophyllitens struktur är ännu mera komplicerad än man af tidigare undersökningar haft anledning att förmoda. Det framgår nämligen häraf, att en sammansättning af optiskt tvåaxliga delar förefinnes ej blott i riktning af protoprismats normaler utan ock i de mellan dem liggande, i de mot deuteroprisma-normalerna eller biaxlarna svarande riktningarna, hvilket f. ö. visar sig redan af de ofvananförda etsfigurernas olika riktningar. Med antagande af åsigten om molekylens sammansättning af tvenne rhombiska molekyler måste man sålunda tänka sig tvenne sådana tetragonala komplexer ytterligare med hvarandra förenade till en af åtta partialmolekyler bestående dubbelkomplex eller ock omvexlande med hvarandra i skilda lager, till sin inre beskaffenhet lika men i olika, 45° från hvarandra skilda ställningar. Härvid kan man à priori förutsätta, att en del af dessa komplexer hafva ett olika läge till de öfriga äfven med afseende på hufvudaxeln, så att deras kristallografiska axelförhållande, och i enlighet härmed äfven deras optiska, är omvändt mot de andras, hvarigenom sålunda den minsta kristallaxeln och den största opt. elasti-

citetsaxeln hos de förra komma att sammanfalla med den största kristallaxeln och den minsta elasticitetsaxeln hos de senare. De trubbiga pyramidplan som apophyllitkristaller från en del fyndorter förete till skilnad från den vanliga förherrskande spetsiga pyramidformen kunde möjligen sammanställas med denna olikhet i molekylarläget. Denna åsigt lemnar vidare en enkel förklaring öfver den vexlande optiskt positiva och negativa karakteren hos en del apophyllit i motsats till den uteslutande positiva dubbelbrytningen hos andra, samt synes mig vara att föredraga framför den af R. BRAUNS uttalade, att detta förhållande härrörde af tvenne i optiskt hänseende olika isomorfa föreningar, alldenstund det förefaller enklare och naturligare, att hos ett i kemiskt hänseende så enkelt sammansatt mineral som apophylliten tänka sig den vexlande optiska karakteren bero på en olika ställning af en ock samma molekylarkomplex än af en förening af tvenne olika molekylarkomplexer.

Ofvannämnda uppfattning af apophyllitens molekylarförhållande är som man finner en modifikation af RUMPF's åsigt, enl. hvilken apophylliten vore att betrakta såsom en tvillingsartad sammansättning af fyra monoklina individer, med den skilnad, att det icke egentligen är kristallen i sin helhet, som sålunda i sin enklaste form kan tänkas delad i tvenne rhombiska (resp. fyra monoklina) delar, utan sjelfva grundmolekylerna, hvilkas särskilda delar (partialmolekylerna) sannolikt vid kristallens bildning (vid högre temperatur) bilda ett fullt homogent helt af tetragonal symmetri, men vid temperaturnedsänkning och dermed följande inre tryck delat sig i tvenne hälfter af lägre symmetrigrad.

Att de rhombiska molekylarhälfterna i enlighet med nämnda åsigt och äfven i öfverensstämmelse med de optiskt anomala företeelserna hos apophylliten måste tänkas ytterligare sönderfalla i tvenne monoklina hälfter leder till antagandet af ett analogt förhållande äfven hos okenit. Möjligt är ock att dessa monoklina delar motsvaras af den monoklina *pektoliten*, hvars formel $Na_2 Ca Si_2 O_6$ + aq äfvensom dess förekommande såsom sprickfyllnad snarare häntyda på en förvandtskap med okenit och zeoliterna än med wollastonit, med hvilken den af en del författare sammanföres.

Märkas bör ännu, att såsom KLEIN (l. c.) funnit hos apophyllitarter af mera komplicerad struktur de monoklina delarna ytterligare sönderfalla i tvenne triklina hälfter, och det hela företer då en analogi med den med skapolitformen analoga, af 8 individer bestående tvillingskomplexen af anorthit. Anmärkningsvärd är i allmänhet den lätthet hvarmed apophyllitmolekylen sönderfaller i sina smådelar i motsats till den i detta hänseende mera stabila skapoliten, hvartill orsaken kan sökas deri, att den förras kärn- eller centralmolekyl är enklare, i det den hufvudsakligen består af hydroxyl, under det att kärnmolekylen hos

flertalet skapoliter utgöres af ett silikat af t. e. d. samma sammansättning som apophyllitsilikatet.

5. Chabasitgruppen.

Hithörande zeoliter förhålla sig till blad- och nålzeoliterna såsom nephelingruppen i föregående klass till spodumen- och skapolitgrupperna. De låta enl. Streng m. fl. i kemiskt hänseende fördela sig på liknande homologa serier med de i det föregående anförda silikaterna, såsom följande sammanställning utvisar:

Serien I.

$\overset{II}{R} Al_2 Si_6 O_{16} + 8 H_2O.$	———
„ $Si_5 O_{14} + 7$ „	Chabasit (*Ca, Ka*)
„ $Si_4 O_{12} + 6$ „	Phakolit och Gmelinit (*Ca, Na₂*)
„ $Si_3 O_{10} + 5$ „	Levyn (*Ca*)
„ $Si_2 O_8 + 4$ „	———

Serien II.

$\overset{II}{R} Al_2 Si_6 O_{16} + 7 H_2O.$	———
„ $Si_5 O_{14} + 6$ „	Chabasit (*Ca, Ka₂*)
„ $Si_4 O_{12} + 5$ „	Herschelit (*Ca, Na₂*)
„ $Si_3 O_{10} + 4$ „	———
„ $Si_2 O_8 + 3$ „	———

Chabasitarterna äro sålunda i enlighet med plagioklasarterna att betrakta såsom sammansatta (molekylarföreningar) af tvenne silikater af albitens och anorthitens qvantitativa konstitution, men med olika vattenhalt resp. 8 och 4 eller 7 och 3. I likhet med föregående zeoliter af en och samma serie öfverensstämma väl äfven chabasitarterna i afseende på kristallvattenmolekylerna, hvilkas antal på grund af Rammelsberg's undersökningar kunna sättas = 6 molekyler eller multipler deraf, motsvarande det hexagonala systemets symmetriförhållanden likasom de 4 molekylerna kristallvatten hos föregående zeoliter den pseudorhombiska eller mimetiskt tetragonala formutbildningen, hvaraf åter följer, att en del H_2O-molekyler hos en del Chabasitarter äro att betrakta såsom kärnmolekyler.

Denna komplikation i kemiskt hänseende står i öfverensstämmelse med en motsvarande i kristallografiskt. Således är enl. Becke chabasitkristallen att

betrakta såsom pseudorhomboëdrisk och sammansatt af 6 enkla triklina individer, hvilkas form närma sig till plagioklasformen $a_2c.\ b_2c.\ \bar{b}_2c$, och af hvilka två och två äro förenade enl. albittvillingslagen till tvillingar, hvilka ytterligare äro förenade till dubbeltvillingskomplexer med prismaplanet såsom tvillingsyta. Denna molekylära tvillingsbildning är sålunda fullkomligt analog med den ofvan anförda hos nephelinens grundmolekyl, och skiljer sig från denna blott med afseende på de yttre begränsningsriktningarna eller ytorna. F. ö. kan man enl. nämnde förf. åtskilja tvenne i optiskt hänseende skilda chabasitarter, en optiskt positiv och en opt. negativ, med motsatt optiskt axelläge hos de enskilda partialindividerna (se BRAUNS, Die opt. Anomalien der Krystalle). Dessa tvenne arter motsvara de tvenne isomorfa kemiska komponenterna, den kiselsyrerika mot albit svarande, och den kiselsyrefattiga med anorthit analoga.

Phakolit är såsom framgår af KLEIN's undersökning af dess optiska struktur (Sitzungsber. der Akad. zu Berlin 1890), och såsom man sedan kan sluta af dess yttre form, lika med tvenne tvillingsartadt hvarandra genomträngande chabasitindivider samt innehåller således ett dubbelt så stort antal triklina partialformer som chabasiten, från hvilken den dock äfven skiljer sig genom sin yttre form. De triklina partialindividerna hafva ett konstant axelläge, men varierande opt. axelvinkel; dubbelbrytningen ökas vid uppvärmning d. ä. vid vattenförlust. Phakoliten ansluter sig i afseende på sin symmetriska tvillingsbildning till harmotom och phillipsit, och kan likasom dessa tänkas bilda en regelbunden anordning af partialmolekyler omkring en på ofvannämnda sätt sammansatt centralmolekylar-tvillingskomplex.

Gmelinit och *Levyn* ansluta sig i kristallografiskt hänseende till chabasit, i det att den förras c-axel är $= {}^2/_3$, den senares ${}^3/_2$ af chabasitens, ett förhållande som står i samband med den förras prismatiska spjelkbarhet och den senares tafvelformiga utbildning.

Äfven de tafvelformiga kristallerna af *Herschelit* från Aci Castello äro enl. BECKE och v. LASAULX endast skenbart hexagonala (vid vanlig temperatur) samt bestå af asymmetriska partialindivider lamellartadt lagrade öfver hvarandra i den pseudohexagonala hufvudaxelns riktning sålunda att komplexen i sin helhet i midten företer optiskt enaxlighet, men utåt eller närmare sidoytorna tvåaxlighet.

6. Analcimgruppen.

Analcim ($Na_2\,Al_2\,Si_4\,O_{12} + 2$ aq) motsvarar inom zeoliternas klass leuciten inom geoliternas, och det såväl i kemiskt som kristallografiskt och optiskt hän-

seende. Denna analogi mellan analcim och leucit i kristallokemiskt hänseende framgår äfven af LEMBERG's intressanta försök att genom natronsaltlösning öfverföra leucit i analcim och tvärtom genom kalisalt analcim i leucit. Kristallografiskt öfverensstämmer analcim med leucit i den öfvervägande utbildningen af ikosittetraëdern $2O2$ samt den otydliga spjelkbarheten parallelt med hexaëderytorna, hvilka dock i motsats till förhållandet hos leucit stundom äfven uppträda såsom kristallytor hos analcim, företrädesvis såsom det synes hos något större och mera isolerade kristallindivider. I polariseradt ljus visa de små analcimkristallerna t. ex. de på konstgjord väg af A. SCHULTÉN framstälda t. e. d. en delning i partialindivider motsvarande den i skenbart rhombiska delar sönderfallande leuciten, hvaremot större kristallindivider såsom den i nephelinsyenit i södra Norge uppträdande *eudnophiten* (BRÖGGER l. c.) visar en lamellär struktur analog med den hos större leucitkristaller, och hvilken kan förklaras på enahanda sätt nämligen genom antagande hos analcim af en liknande molekylartvillingskomplex bestående af med plagioklas analoga triklina tvillingsindivider, hvarvid hos analcim en lamellär tvillingsstreckning förefinnes icke blott parallelt med dodekaëderytorna (= brachydoma- eller Bavenotvillingsytorna hos plagioklas) utan ock parallelt med hexaëderytorna (d. ä. b-planen eller albittvillingsytorna hos plagioklastvillingskomplexen). De senare lamellerna äro enl. BRÖGGER skarpare och förete skilnad i afseende på de med hvarandra omvexlande individernas dubbelbrytning resp. chromatiska polarisation än de senare, motsvarande den större vinkelskilnaden mellan individerna i de förra än i de senare riktningarna hos den pseudoreguliära af 48 triklina individer bestående tvillingskomplexen af plagioklas. Häraf framgår äfven analcimkristallens nära anslutning till desminarterna särskildt phillipsiten, med hvilken den äfven i kemiskt hänseende är nära förvandt.

Att analcimen vid vanlig temperatur är anomal men vid sin bildningstemperatur varit normalt reguliär framgår af KLEIN's upphettningsförsök i fuktig luft, hvarvid analcimkristallen blir apolar. I torr luft ökas deremot dubbelbrytningen, i det att härigenom analcimens partialmolekyler närma sig plagioklas (andesin).

Till analcim ansluta sig de reguliärt kristalliserande *Pollux* och *Faujasit,* den förra närmare, i det den öfverensstämmer dermed såväl kemiskt (men med Cs till största delen substituerande Na) som kristallografiskt ehuru sällan med tydliga kristallytor, den senare åter skiljande sig genom högre kiselsyre- och vattenhalt- samt kristallografiskt genom oktaëdrisk formutbildning, dock med dertill vicinala ikosittetraëderytor, hvilka antyda en anomal molekylarstruktur analog med analcimens.

———

Datholit-Prehnitgruppen.

Denna grupp kan betraktas såsom utgörande ett bihang till zeoliternas klass eller bildande en öfvergång mellan dem och amphoteroliterna, särskildt epidoten. De tvenne hithörande hufvudarterna öfverensstämma med zeoliterna i förekomstsätt men skilja sig genom något större hårdhet och spec. vigt, hvilket väl beror på att deras vattenhalt uteslutande är constitutionsvatten eller intramolekylärt. Till hvarandra stå de i ett homologt förhållande såsom följande sammanställning utvisar:

$$H_2\,Ca_2\,B_2\,Si_2\,O_{10} = \text{Datholit (monoklin)}.$$
$$H_2\,Ca_2\,Al_2\,Si_3\,O_{12} = \text{Prehnit (rhombisk)}.$$

Man kan deraf sluta till en analogi äfven i kristallografiskt hänseende mellan dem, och då datholitens qvantitativt kemiska sammansättning är lika med den af den ena af de två molekylarhälfter, hvilka bilda epidot och zoisit, äfven till en kristallografisk analogi med dessa senare. Detta är i sjelfva verket fallet, i det att datholit och prehnit likasom epidot i den orthodiagonala och zoisit i den prismatiska förete vinklar lika dem i orthoklasens orthodiagonala eller rhombiskt-monoklina zon: datholitens prismavinkel $ab\,(g) = 64^0\,38'$ ($= a : c = 63^0\,57'$ hos orthoklas), samt prehnitprismat $ab = 80^0\,2'$ ($= c : \bar{a}_2 c = 80^0\,22'$ hos orthoklas). Prismat ab hos prehnit närmar sig sålunda ab_2 ($76^0\,38'$, i „Mineralkarakteristik" tagen till grundprisma) hos datholit och prehnitens axelförhållande $a : b : c = 0{,}84 : 1 : 1{,}125$ närmar sig alltså till datholitens $b : a : c = 0{,}744 : 1 : 1{,}006$ så mycket man kan vänta med afseende på olikheten i kemiskt hänseende. Prehnit kan sålunda sägas förhålla sig till datholit såsom zoisit till epidot eller epistilbit till heulandit, och man kan således tänka sig prehnitkristallen sammansatt af fyra monoklina, men mimetiskt rhombiska subindivider, nära lika datholitens grundform, med a- och c-pl. hos denna senare såsom tvillingsytor, hvilket ock synes framgå af de optiskt olika fält, som de anomala prehnitkristallerna från en del fyndorter enl. Des Cloizeaux förete, och hvilka närmast kunna jemföras med dem hos anomala desminkristaller.

Såsom isomorfa med datholit betraktas (af Rammelsberg, A. Nordenskiöld m. fl.) Euklas, Homilit och Gadolinit. Dock skilja de sig, särskildt de tvenne sistnämnda, i kemiskt och äfven i yttre fysiskt hänseende så mycket från datholit, att de rättast synas mig böra hänföras till amphoteroliterna och epidotgruppen, samt sålunda betecknas blott såsom analoga med datholit och prehnit, på samma sätt som pyroxengruppens mineralier med spodumen och wollastonit.

Cl. III. PHYLLITER.

Silikater med $H_2, Ka_2, Na_2, Li_2, Ca, Mg, Fe$ och Al_2; v = 2—3; h = 1—3. Tydligt spjelkbara i en riktning; mestadels bladigt eller fjälligt makro- eller mikrokristalliniska (jordartade).

1. Glimmergruppen.

Denna grupp, innehållande monoklina eller triklina phylliter med rhombisk resp. rhomboëdrisk formutbildning, låter hufvudsakligen på grund af Rammelsberg's och Tschermak's undersökningar i kemiskt hänseende fördela sig på följande homologa serier, hvarvid formlerna äro reducerade till sin enklaste form.

A. *Muscovit-serien:* $\overset{I}{R}_2\, Al_2\, Si_n\, O_{2n+4}$.

a) $n = 3$.

Lepidolit (Lithionglimmer t. e. d.) $\overset{I}{R}_2 = Li_2, Ka_2, H_2\, (Fl_2)$.

Phengit $\overset{I}{R}_2 = Ka_2, Na_2, H_2$.

b) $n = 2$.

Muscovit (Kaliglimmer, Damourit, Sericit) $\overset{I}{R}_2 = Ka_2, H_2$.

Paragonit (Natronglimmer) $\overset{I}{R}_2 = Na_2, H_2$.

c) $n = 1$.

Margarit $\overset{I}{R}_2 = Ca, Na_2, H_2$.

B. *Biotit-serien:* $\overset{I}{R}_2\, Al_2\, Si_n\, O_{2n+2} + 2\, \overset{II}{R}_2\, Si\, O_4$.

a) $n = 3$.

Zinnwaldit (Lithionglimmer t. e. d.) $\overset{I}{R}_2 = Ka_2, Li_2\, (Fl_2); \overset{II}{R} = Fe$.

Phlogopit $\overset{I}{R}_2 = Ka_2, H_2\, (Fl_2); \overset{II}{R} = Mg$.

a) $n = 2$.

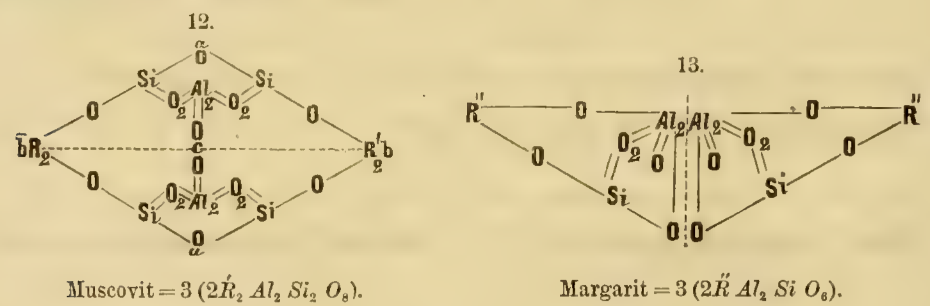
Biotit (Magnesiaglimmer t. e. d., Meroxen, Lepidomelan) $\overset{I}{R}_2 = Ka_2, H_2$; $\overset{II}{R} = Mg$.

C. *Clintonit-serien:* $\overset{II}{R}\, Al_2\, Si\, O_6 + \overset{II}{R}_3\, Si\, O_5 + H_2\, Al_2\, O_4$.

Clintonit (Brandisit, Xanthophyllit) $\overset{II}{R} = Mg, Ca$.

Muscovit.

Enligt TSCHERMAK (Zeitschr. für Krystallogr. III pag. 122) är hos denna äfvensom hos den dertill närmast sig anslutande paragoniten Ka_2 (resp. Na_2): $H_2 = 1:2$, t. f. hvaraf man kommer till antagandet af att muscovitens fysiska grundmolekyl innehåller minst tremne kemiska molekyler eller är $= 3\,(R_2\,Al_2\,Si_2\,O_8)$. Till samma åsigt föres man från en betraktning af muscovitens kristallform och dess förhållande till orthoklasens grundform (se min ofvan citerade afh.: Om kristallernas grundformer). Om man nämligen tänker sig den ofvan anförda orthoklas-molekylarformeln delad i tvenne hälfter, så kommer man till en hemiëdriskt monoklin form liknande muscovitens etsfigurer på dess bas. spjelkningsyta och af lika sammansättning $Ka_2\,Al_2\,Si_2\,O_8$; och tänker man sig denna tagen 3 gånger i hufvudaxelns riktning, så kommer man till muscovitens axelförhållande $c = 1{,}65$ eller $= 3{,}3$, allt efter som man går ut från den hos påvuxna kristaller förekommande hemimorfa orthoklasformen med $c = 0{,}555$ eller från den med fördubblad hufvudaxel, hos invuxna kristaller förekommande holomorfa formen med $c = 1{,}1$ *). Härigenom får man ock en förklaring öfver muscovitens tydliga basiska spjelkbarhet, i enlighet med förut anförda empiriska lag, äfvensom den i samband dermed stående starka attraktionen i bas. planets riktning, hvilken bland annat visar sig i den utsträckning i denna riktning som kristaller (granat, turmalin) invuxna i glimmer förete. Med betraktande af muscovitens rhombiska formtyp är det dock sannolikt, att tvenne sådana långsträckta hemiëdriskt monoklina fysiska grundmolekyler äro med hvarandra förenade till en holoëdrisk pseudorhombisk kristallmolekyl såsom molekylarformeln (12) visar, här nedan sammanstäld med den mera tydligt monosymmetriskt utbildade *margariten,* till hvilken man kommer från anorthitformen likasom till muscovit från alkalifältspatens grundform.



Muscovit $= 3\,(2\overset{'}{R}_2\,Al_2\,Si_2\,O_8)$. Margarit $= 3\,(2\overset{''}{R}\,Al_2\,Si\,O_6)$.

---

*) I min „Mineralkarakteristik" p. 113 hänför sig c-axeln ($= 3{,}3$) hos muscovit till den spetsiga pyramiden M såsom grundform, med vinkel mot c-pl. $= 99°$, under det att formerna äro betecknade med afseende på pyramiden o satt $= abc$ och med vinkeln mot c-pl. $= 107°$.

Att muscoviten i optiskt hänseende närmare ansluter sig till det rhombiska än till det monoklina systemet visar en betraktning at kristallplattor från Kimito med rhombiskt prismatiska begränsningsytor, hvilka förhålla sig fullkomligt i öfverensstämmelse med anomala kristaller, i det nämligen opt. axelplanet i midten af kristallplattan är riktadt normalt mot bas. planet, men mot kanterna något afvika från vertikalplanets riktning, dock icke mer än hos andra anomala kristaller. Afvikelsen hos muscovit från den rhombiska symmetrin är i allmänhet taget icke större än den hos apophyllit, idokras, topas m. fl. Det förefaller derföre något inkonseqvent, att muscovit betecknas såsom monoklin, under det att topas t. ex., som ofta både kristallografiskt och optiskt företer en ännu större monoklin formbildning, betecknas såsom anomalt rhombisk. Orsaken till såväl muscovitens som topasens m. fl. rhombiska mineraliers anomala struktur får sin förklaring deraf, att deras molekyler äro sammansatta af monoklina partialmolekyler. Häraf härrör äfven de monoklina etsfigurerna, hvilka icke heller utgöra något skäl för att betrakta muscoviten såsom normalt monoklin, alldenstund kristaller af högre symmetri, nephelin, melinophan, aragonit m. fl., äfven visa sådana figurer af lägre symmetri.

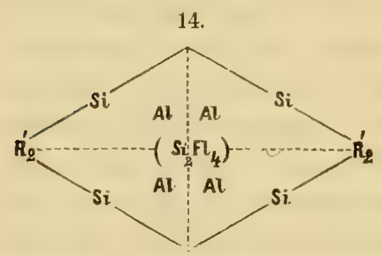
Att muscovitens monoklina formbildning icke är normal eller primär utan anomal och sekundär har man så mycket mera skäl att antaga som man à priori kan förutsätta, att molekyler af en sådan långsträckt form som glimmermolekylernas lätt skola förskjutas genom ensidigt tryck. Häri hafva vi väl äfven att söka den närmaste orsaken till de hos muscovit förekommande glidytorna, hvilka enl. Tschermak motsvara ett orthodoma ac_2 samt tvenne klinopyramidytor ab_3c_3 och $a\bar{b}_3c_3$ i det af honom antagna monoklina axelsystemet för muscovit. I samband härmed må påpekas den streckning man stundom kan iakttaga på bas. spjelkningsytan gående normalt mot *ab*-ytan och äfven i mån af dess utbildning mot *b*-pl., häntydande på en regelbunden anordning af molekyler omkring en centralmolekylarkomplex, motsvarande den som visar sig i polariseradt ljus hos åtskilliga optiskt anomala kristaller: milarit, vesuvian, granat etc. Denna struktur visar sig synnerligen tydligt hos den hemisferiska muscoviten från Kimito, hvars sferiskt böjda bas. plan samt mot ett centrum gående spjelknings- och glidytor häntyda på en central-molekylär struktur icke blott i bas. planets riktning utan ock normalt deremot.

Paragonit eller natronmuscovit är såvidt man kan döma af de små bladformiga individerna isomorf med den vanliga kalimuscoviten och förekommer väl äfven i molekylar förening dermed. Deremot är *margariten* eller kalkglimmern tydligt monoklin och förhåller sig antagligen till alkaliglimmern såsom

kalkfältspaten till alkalifältspat d. ä. i molekylarförhållandet 1 : 2, såsom ock utvisas af molekylarformeln (13) hvari $\overset{II}{R} = H_2, Ca$.

Till muscovit kan äfven *lepidoliten* hänföras, ehuru den har en något större kiselsyrehalt än den vanliga muscoviten, och trots sin yttre rhombiska form dock såsom etsfigurerna utvisa (se mina mineral. medd. VI, Finska Vet. Soc. Förh. XXII) måste betecknas i afseende på sin inre molekylarstruktur såsom triklin, hvilket dock icke hindrar att betrakta den i yttre afseende såsom rhombisk, så mycket mer som det finnes muscovitvarieteter, som i detta hänseende öfverensstämma med lepidolit. Dess molekylarform kan sålunda betecknas såsom rhombisk, men sammansatt af fyra triklina partialmolekyler förenade omkring en kärnmolekyl af $Si\,O_2$, hvilken sålunda till de förra intager en ställning motsvarande den af $Si\,O_2$ bestående delen af molekylen hos alkalifältspat till den af silikatet bestående delen. Till denna centralmolekyl af *Si* är väl äfven *Fl* att hänföras, så mycket mer som de fluorhaltiga phlogopit och zinnwaldit i biotitgruppen äfven innehålla ett öfverskott af *Si*, hvilket jemte *Fl* måste betraktas såsom kärnmolekyl, såsom synes af närstående figur (14), hvari, liksom i de följande *O*-atomerna äro bortlemnade.

14.



Lepidolit $= (2\overset{I}{R}_2\,Al_2\,Si_2\,O_8 + Si_2\,O_2\,Fl_4)$.

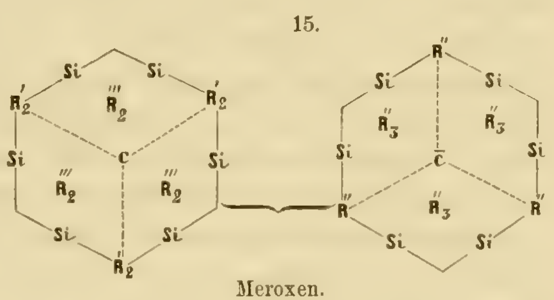
F. ö. bör märkas att endast de lepidolitarter, hvilka hafva makrodiagonalt axelläge eller gående normalt mot en slaglinie i likhet med förhållandet hos muscovit, äro att hänföra till muscovitserien; de med brachydiagonalt resp. parallelsymmetriskt eller parallelt med en slaglinie gående äro åter att hänföras till zinnwaldit och sålunda till biotitserien.

Biotit.

Under denna allmänna benämning kunna de tre glimmerarterna *meroxen*, *phlogopit* och *zinnwaldit* sammanföras, och bilda då en motsvarighet till de tre hufvudarterna af muscovitserien (egentl. muscovit, margarit och lepidolit), i det att meroxen såväl kristallografiskt som optiskt företer en högre symmetri eller mera närmar sig det rhomboëdriska systemet än de tvenne andra, af hvilka åter phlogopit på grund af sina trigonala resp. hexagonala etsfigurer kan betecknas såsom mera symmetrisk än zinnwaldit med dess asymmetriska etsfigurer. Likasom de tre muscovitarterna till det yttre ansluta sig till det rhombiska systemet, i afseende åter på sin inre molekylärstruktur till det monoklina resp.

triklina, så förena äfven de tre biotitarterna en rhomboëdrisk resp. rhombisk yttre form med en monoklin eller triklin inre struktur.

Meroxen. Denna glimmerart motsvarar nephelin och chabasit i föregående klasser, och kan likasom dessa i afseende på sin grundmolekyl härledas från fältspatsmolekylen genom att tänka sig trenne halfva sådana monoklina (resp. 6 triklina) motsvarande den fysiska (halfva) muscovitmolekylen, förenade med *ab*-planen såsom tvillingsplan, hvarigenom man kommer till följande mot den empiriska formeln $3\,(\overset{I}{R}_2\,Al_2\,Si_2\,O_8 + 2\,\overset{II}{R}_2\,Si\,O_2)$ svarande kristallokemiska strukturformler för biotit (meroxen):



Meroxen.

Att denna formel motsvarar meroxenens sammansättning visas af följande sammanställning af de deraf beräknade procenttalen (med antagande af $\overset{III}{R} = Al$, $\overset{II}{R} = Mg$, $\overset{I}{R} = Ka$) samt de af TSCHERMAK (Die Glimmergruppe; Zeitschr. für Krystallogr. III p. 135) meddelade reducerade analyserna *) af meroxen från Vesuvius (I) och Moravitza (II):

	Beräknadt.	I.	II.
$12\,Si\,O_2$	40,27	40,44	41,06
$3\,Al_2\,O_3$	17,11	17,76	17,81
$12\,Mg\,O$	26,85	27,96	29,08
$3\,Ka_2\,O$	15,77	$(Ka_2\,O + H_2\,O)$ 13,92	12,05
	—	*Fl* 0,92	—
	100,00	100,00	100,00

Då nu $\overset{I}{R}$, $\overset{II}{R}$ och $\overset{III}{R}$ kunna utgöras enhvar af endast ett slag af elementer eller af två eller flere ($\overset{I}{R} = Ka_2$ och H_2, $\overset{II}{R} = Mg$ och Fe, $\overset{III}{R}_2 = Al_2$ och Fe_2), så förklaras deraf komplikationen i biotitens kemiska sammansättning och svårigheten vid dess utredande, och äfvenså får man deraf en förklaring öfver biotitens mycket omtvistade rhomboëdriskt-monoklina resp. triklina kristallisation: består molekylarkomplexen af endast ett slag af elementaratomer $\overset{I}{R}$, $\overset{II}{R}$ och $\overset{III}{R}$,

*) D. ä. sådana, i hvilka i st. f. $Fe\,O$ och $Fe_2\,O_3$ ett eqvivalent procenttal af $Mg\,O$ och $Al_2\,O_3$ blifvit insatta.

så är den normalt rhomboëdrisk, men är såsom ofta torde vara fallet $\overset{\mathrm{I}}{R}_2$ at två slag $\overset{\mathrm{I}}{Ka}_2$ och $\overset{\mathrm{I}}{H}_2$ i förhållandet 1 : 2 resp. 2 : 1, så blir komplexen rhomboëdriskt monoklin.

Beträffande det inbördes förhållandet mellan de tvenne rhomboëdriskt hemimorfa molekylarkomplexer, hvilka tillsammans bilda meroxenens grundmolekyl, så kunna de antingen tänkas ensamma för sig substituera hvarandra eller ock förenade till en fullständig rhomboëdrisk formkomplex (lik den i fig. 8 pl. framstälda). Men derigenom blir den sålunda sammansatta komplexen fortfarande hemimorf, i det att den ena ändan deraf kommer att utgöras af treatomiga, den andra af tvåatomiga radikaler. Att i sjelfva verket biotitkristallerna stundom uppträda såsom hemimorfa utvisas af en invuxen biotitkristall från Tammela, utdragen i *b*-axelns riktning samt med glänsande *c*-plan och mindre glänsande, glidytor liknande orthodoma-ytor, utbildade blott i ena ändan af kristallen.

Men denna från fältspatsformen deducerade, i och för sig redan ganska komplicerade hemimorfa resp. holomorfa biotitmolekylarkomplex blir ännu mer komplicerad derigenom, att den i likhet med muscovitformen måste tagas tre gånger i hufvudaxelns riktning för att motsvara grundrhomboëdern hos biotit med $c = 4{,}91$. Att verkligen meroxen, om man nämligen derifrån afskiljer den tydligt opt. tvåaxliga phlogopiten, kan betecknas såsom rhomboëdrisk, synes mig framgå såväl af den yttre, mer eller mindre tydligt rhomboëdriska formen, de rhomboëdriska etsfigurerna *) samt den i det närmaste opt. enaxligheten, i hvilka hänseenden den icke skiljer sig från den normala rhomboëdriska formen mer än andra anomala hexagonala kristaller. Detta synes mig bestyrkas utaf den af DES CLOIZEAUX (Inst. 18, 588) funna förminskningen af den opt. axelvinkeln med omkr. 1^0 på omkr. 150^0 temperaturförhöjning, hvilket, då hos biotit (meroxen) opt. axelvinkeln är mindre än hos phlogopit eller $< 15^0$, leder till den slutsats, att meroxenen vid $1{,}000^0$—$1{,}500^0$ eller vid dess bildningstemperatur varit opt. enaxlig och sålunda normalt rhomboëdrisk, men vid afsvalningen sönderfallit i monoklina resp. triklina subindivider.

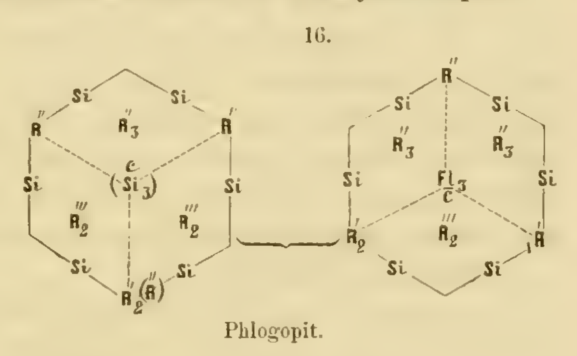
---

*) Då emellertid dessa rhomboëdriska etsfigurers kanter (mineral. medd. l. c.) icke gå parallelt eller normalt utan stå snedt mot de parallelt med deuteroprismaytorna gående slaglinierna samt derjemte förete en mer eller mindre asymmetrisk form, synes biotiten egentligen böra betecknas såsom tetartoëdriskt rhomboëdrisk i likhet med nephelin och turmalin, och sålunda vid anomal utbildning tänkas sammansatt af ytterst triklina smådelar i likhet med zinnvaldit. Med afseende härpå har man skäl att tänka sig de ofvan anförda monoklina partialmolekylerna, hvilka bilda de rhomboëdriska komplexerna, t. e. d. ytterligare sammansatta af tvenne triklina individer.

Phlogopit. Denna mestadels i kalksten förekommande glimmerart skiljer sig från den egentliga biotiten (meroxenen) genom sin tydligt utpräglade optiska tvåaxlighet, med opt. axelplanet gående parallelt med en af slaglinierna, samt från muscovit dessutom genom mindre opt. axelvinkel (= 15°—30°), samt vidare genom sina tre- resp. sexsidiga etsfigurer, och måste sålunda skiljas från dem såsom ett särskildt species. I kristallografiskt hänseende kan den sägas förena karakteren af det rhomboëdriska, rhombiska och monoklina systemet, hvilken blandade karakter får sitt uttryck i nedanstående strukturformel, som utgör en blandning af de tvenne ofvan anförda strukturformlerna för meroxen, sålunda att den ena komplexen består af 2 $\overset{I}{R}_2$ och $\overset{II}{R}$ samt 2 $\overset{III}{R}_2$ och $\overset{II}{R}_3$, den andra af 2 $\overset{II}{R}$ och $\overset{I}{R}_2$ samt 2 $\overset{II}{R}_3$ och $\overset{III}{R}_2$, eller tvärtom såsom i nedanstående figur (16), hvartill kommer *Si* och *Fl* såsom kärnmolekyl.

Man kommer sålunda till följande tvenne hemimorfa molekylarkomplexer, hvilka äro att betrakta såsom de tvenne mot hvarandra vända hälfterna af en och samma hemimorft rhomboëdriskt-rhombiskt-monoklina molekylarkomplex:

16.



Phlogopit.

Att denna strukturformel = 3 $[(\overset{I}{R}_2 \overset{II}{R}) Al_2 Si_2 O_8 + 2 \overset{II}{R}_2 Si O_2 + Si O_2 Fl]$ öfverensstämmer med de af analyserna gifna data så nära man med afseende på den komplicerade och varierande sammansättningen kan fordra, utvisas af följande sammanställning af derur beräknade procenttal med den af TSCHERMAK (l. c.) meddelade reducerade, af E. LUDVIG utförda analysen af Phlogopit från Pargas:

	Beräknadt.	Phlogopit från Pargas.
15 $Si O_2$	45,59	44,03
3 $Al_2 O_3$	15,65	14,05
13 $Mg O$	26,34	28,36
2 $Ka_2 O$	9,53	10,17
3 Fl	2,89	4,27
	100,00	100,88

Att denna kristallokemiska formel äfven öfverensstämmer med kristallformen och särskildt med den inre kristallstrukturn visa de af mig (l. c.) gjorda etsförsöken på phlogopit från Pargas och andra fyndorter. Vid lindrig inver-

kan af etsningsmedel framkomma trigonalt pyramidala etsfigurer, hvilkas kantriktningar gå normalt mot slaglinierna, således parallelt med trycklinierna, vid starkare inverkan åter sexsidiga figurer, hvilkas kanter tvärtom gå parallelt med de förra, normalt mot de senare linierna. Vanligtvis sitta de tresidiga figurerna regelbundet inom de sexsidiga, och då de förra enl. regeln, såsom man vid vridning af mikroskopets mikrometerskruf finner, äro dubbla d. ä. bilda tvenne öfver hvarandra stående triangulära figurer i omvänd ställning eller motsvarande ytorna i en rhomboëder, så finner man att dessa etsfigurer motsvara formen af ofvan anförda molekylarkomplex (fig. 16), nämligen de trigonala figurerna ändytorna, de hexagonala åter sidoytorna, hvaraf äfven kan slutas, att de förra motsvara trycklinierna resp. glidytorna, de senare slaglinierna eller spjelkningsytorna. Att de vidare icke äro normalt rhomboëdriska såsom biotitens etsfigurer utan monoklina utvisas deraf, att de sexsidiga figurerna hafva en sida längre än de andra, nämligen den parallelt med opt. axelplanets riktning (*b*-planet) gående, samt att de tresidiga figurerna icke äro liksidiga utan likbenta, med den kortare kanten (basen) gående normalt mot nämnda riktning. Detta står i samband med den af TSCHERMAK funna lutningen af 1—2° af den negativa bissectrix mot *c*-planet.

Genom denna nära anslutning af phlogopit till meroxen i kristallokemiskt hänseende är det sannolikt, att de med hvarandra kunna bilda isomorfa molekylarföreningar, såsom äfven TSCHERMAK framhållit, och att sålunda mellan meroxenens mera symmetriska och phlogopitens mindre symmetriska form en serie af öfvergångar förefinnes.

Anomit. Denna till phlogopit i afseende på yttre habitus och förekomstsätt nära stående glimmerart kan, såväl på grund af dess kemiska förhållande (se TSCHERMAK: Die Glimmergruppe. Zeitschr. für Krystallogr. III p. 133) som dess optiska axelläge normalt mot en slaglinie i likhet med muscovit, betraktas såsom en molekylarförening af öfvervägande biotit och underordnad muscovit. Med afseende på dess etsfigurer (mineral. medd. l. c.) ansluter den sig närmare till phlogopit än till meroxen.

Zinnwaldit (Lepidolit t. e. d., Lithionit). Hit bör räknas icke blott den egentligen s. k. lithionglimmern från Zinnwald utan ock hvarje annan lithionglimmer med axelläge parallelt med en slaglinie, sålunda ock t. ex. de af mig (l. c.) anförda och etsade lepidoliterna från Ural. Likasom phlogopit kan betecknas såsom en biotit med tydligt utpräglad monoklin molekylarstruktur, så Zinnwaldit som en sådan med bestämd och konstant asymmetrisk inre struktur. Den förhåller sig sålunda till meroxen såsom den ofvan anförda lepidoliten till muscovit, och kan derföre uttryckas genom en molekylarformel lika med mero-

xenens, men bestående af 3 triklina tvillingsindivider i st. f. 3 monoklina enkla individer eller partialmolekyler. Att verkligen zinnwalditens och de dertill sig anslutande lepidoliternas grundmolekyler hafva en asymmetrisk form framgår med bestämdhet af de utaf Baumhauer och mig iakttagna etsfigurerna. Ehuru visserligen deras form vexlar allt efter olika lösningsmedel (fluorväte och kaustikt kali), så är dock deras allmänna symmetriförhållande i hvarje fall konstant. Sålunda ger såväl det ena som det andra lösningsmedlet på zinnwaldit- och dermed analoga lepidolitplattor mera asymmetriska etsfigurer än på muscovit, meroxen och phlogopit. Man kan sålunda icke betvifla, att de enskilda grundmolekylerna af lithionglimmern i och för sig betraktade hafva en asymmetrisk form. Deremot bilda de tillsammans genom tvillingsbildning närmast en monosymmetrisk eller rättare en hemimorft monoklin formkomplex med yttre hexagonal formtyp, i hvilken de tvenne tvillingsartadt med hvarandra förenade asymmetriska hälfterna icke kunna optiskt men väl genom etsning särskiljas. Dock visar sig stundom äfven, såsom Baumhauer (Zeitschr. für Krystallogr. III p. 114) funnit, en parallelt med *ab*- och *b*-, stundom äfven med *a*-pl. gående lamellär struktur med en från den normala, parallelt och normalt mot *b*-planet (symmetriplanet) gående utsläckningsriktningen något afvikande sådan, således i öfverensstämmelse med förhållandet hos milarit och andra i tvillingslameller upplösta anomala kristaller. Då härvid de parallelt med *a*- och *b*-planen gående zonerna äro något skiljaktiga från de parallelt med *ab*-planen, så visar sig häri delvis en anslutning till den rhombiskt monoklina lepidolitens strukturförhållanden, ehuru den yttre formen är pseudorhomboëdrisk eller hexagonal, hvilket ger anledning till antagandet af en molekylarförening mellan den rhombiskt och den rhomboëdriskt mono- resp. triklina lithionglimmern, motsvarande den emellan phlogopit och muscovit hos anomit. Denna förening kan enklast och på ett med zinnwalditkristallernas strukturförhållande öfverensstämmande sätt tänkas sålunda, att till en pseudohexagonal centralmolekylarkomplex fogat sig enkla partialmolekyler i de resp. hufvudriktningarna, af hvilka de i riktningarna *a* och *b* förete den monoklina muscovitformen, de i de mellanliggande *ab*-riktningarna den triklina lithionitformen. I hvarje händelse förete de tvenne lepidolitarterna en nära förvandtskap, hvilken i allmänhet kan uttryckas sålunda, att hvardera ytterst utgöras af triklina partialmolekyler af mimetiskt rhombisk resp. rhomboëdrisk formtyp, hvilka sålunda vid upprepad tvillingsbildning åstadkomma komplexer af till det yttre resp. pseudorhombisk eller rhomboëdrisk form. I sjelfva verket företer lepidoliten med brachydiagonalt axelläge t. ex. lithionglimmern från Schüttenhofen enl. Scharizer (Zeitschr. für Krystallogr. XII 1.) en

ytterst komplicerad tvillingsbyggnad enligt den för glimmern i allmänhet vanliga lagen med prismat *ab* (∞P) såsom tvillingsyta.

Clintonit. (Sprödglimmer).

Till clintonit-serien höra, utom den egentliga clintoniten *(Seybertit)*, *Xanthophyllit* (Waluewit) och *Brandisit*, hvilka enl. TSCHERMAK (Die Clintonitgruppe; Zeitschr. für Krystallogr. III p. 496 o. f.) äro att betrakta såsom isomorfa. Till de egentliga glimmerarterna stå de enl. nämnde författare i ett omvändt förhållande, sålunda att hos clintonitarterna slaglinierna motsvara läget af trycklinierna hos biotitarterna och tvärtom. Då emellertid såsom jag funnit (l. c.) etsfigurerna hos clintonit från Warwick i New-York (Seybertit) äro fullkomligt öfverensstämmande med dem hos phlogopit från Pargas, i det att de sexsidiga etsfigurerna hafva sin längsta sida parallel med opt. axelplanet samt en af slaglinierna, och de trigonala stå symmetriskt i förhållande till denna och med kanterna normalt mot slaglinierna, så synes mig detta motsatta förhållande mellan clintonitarterna och de egentliga glimmerarterna icke böra betraktas blott med afseende på den inre strukturn hvari de i hufvudsak öfverensstämma utan med afseende på dess förhållande till de pseudohexagonala yttre begränsningsytorna eller formen i sin helhet, nämligen sålunda att slagliniernas riktningar hos clintonitarterna tänkas motsvara protoprismaytorna eller motsvarande monoklina ytor, under det att de hos biotitarterna gå parallelt med deuteroprismats ytor, och tvärtom trycklinierna hos de förra deuteroprismat, hos de senare protoprismat, eller att med andra ord de tvenne analoga pseudohexagonala formkomplexerna stå i en sådan ställning till hvarandra, att man kommer från den ena till den andra genom en vridning af komplexen 30° eller 90° omkring hufvudaxeln; de förhålla sig sålunda till hvarandra analogt med det ofvan anförda förhållandet mellan nål- och bladzeolit, hvilkas med plagioklas-fyrlingskomplexen analoga grundformer stå till hvarandra i en diagonal ställning, så att den enas prismaytor motsvara eller äro eqvivalenta med pinakoïdytorna hos den andra, ett förhållande analogt med det mellan skapolit och idokras (se denna senare).

Uppfattar man clintonitarterna såsom monoklina, så kommer sålunda den klinodiagonala riktningen hos dem eller symmetriplanets riktning att i afseende på läget motsvara den orthodiagonala riktningen hos biotitarterna och tvärtom. Också finner man i allmänhet, att om de förra, såsom TSCHERMAK gör, hänföras till samma axelsystem som de senare, den orthodiagonala och de dermed analoga klinopyramidala zonerna, hvilka tillsammans motsvara protopyramidzonerna hos de såsom pseudohexagonala tänkta formkomplexerna, mestadels äro öfver-

vägande utbildade hos sprödglimmerarterna i motsats till förhållandet hos de egentliga glimmerarterna, hos hvilka tvärtom de klinodiagonala och primära pyramidzonerna företrädesvis äro utbildade. Sålunda äro hos de jemförelsevis väl utbildade waluewitkristallerna tre ytor *) öfvervägande, nämligen orthodomat *x* (101) samt två klinopyramidytor *d* (132), hvilka hos biotit antingen helt och hållet saknas eller äro obetydligt utvecklade. Då nu enl. (Tschermak (l. c.) det opt. axelplanet hos denna clintonitart är riktadt normalt mot den förstnämnda ytan (*x*) och den dermed parallelt gående slaglinien, så blir detta läge, enl. Tschermak's uppfattning af clintonitens axelförhållande, hos waluewit parallelsymmetriskt, men deremot med beaktande af ofvan nämnda motsatta förhållande mellan clintonit och biotit eller enl. den af mig antagna ställningen för den förra tvärtom normalsymmetriskt; och på samma sätt blir det af Tschermak för seybertit anförda normalsymmetriska axelläget med beaktande af nämnda förhållande, eller i senare fallet, parallelsymmetriskt, i det att de af Tschermak såsom ytor hörande till de klinodiagonala och primärt pyramidala zonerna blifva orthodiagonala och klinopyramidala, då de hänföras till ofvannämnda omvända axelsystem. För detta parallelsymmetriska axelläge hos seybertit talar också på det bestämdaste de ofvannämnda etsfigurernas förhållande, hvilka till formen äro lika med dem hos phlogopit men böra likasom formkomplexen i sin helhet betraktas i en 90° omvänd ställning. Härigenom komma de sexsidiga etsfigurerna, hvilkas sidor hos phlogopit motsvara deuteroprismaytor, att hos seybertit motsvara protoprismaytor, och de trigonala etsfigurerna åter hos denna senare deuteropyramidytor, fördelade på tvenne trigonala pyramider, hvilket utvisar att sprödglimmern betraktad såsom hexagonal bör hänföras till den trapezoëdriskt tetartoëdriska afdelningen af det hexagonala systemet, således i öfverensstämmelse med qvarz, hos hvilken äfvenledes tresidiga etsfigurer kunna framkallas medelst fluorväte på bas. planet, häntydande på en analog formkomplex med den hos sprödglimmern. — Den omständigheten, att de af Tschermak hos clintonitarterna bestämda kristallformerna erhålla i allmänhet ganska komplicerade symboler talar äfven för den mindre naturenligheten af det af honom valda axelsystemet. F. ö. synes mig mera afseende böra fästas vid de af etsfigurerna antydda symmetriförhållandena än vid de från de yttre i allmänhet otydliga formerna härledda hos clintonitarterna.

---

*) Dessa tre ytor motsvara såsom Tschermak (l. c.) anmärker de tresidiga etsfigurer, som man erhåller genom etsning med svafvelsyra och hvilka jag (l. c.) äfven erhållit genom etsning af Xanthopyllitplattor med fluorvätesyra. De visa sig sålunda verkligen höra tillsammans och motsvara i den af mig antagna hexagonala ställningen rhomboëderytor.

Clintonitseriens phylliter äro sålunda skilda från biotitseriens i afseende på de yttre formförhållandena, men öfverensstämma med dem i afseende på den inre strukturn särskildt med phlogopit och zinnwaldit; till hvilka de med afseende på den kemiska sammansättningen kunna sägas förhålla sig såsom margarit till muscovit. Clintonitens grundform kan på grund häraf uppfattas såsom utgörande en med phlogopitformen (16) analog pseudohexagonal formkomplex, men vänd 30^0 eller 90^0 i förhållande till denna, så att en mot *Si*-atomen svarande prismakant kommer att gå från höger till venster eller motsvara en protoprismariktning, samt sammansatt icke af tre enkla monoklina resp. triklina tvillings- utan af tre enkla triklina partialmolekyler, i enlighet med den tetartoëdriska formtypen, i det att blott hvarannan prismayta i hvardera molekylarhälften motsvaras af en *Si*-atom; f. ö. representeras $\overset{II}{R}$ i clintonitens molekylarkomplex af *Ca*, $\overset{II}{R}_3$ af *Mg* samt $\overset{III}{R}_2$ af Al_2, de tvenne senare motsvarande ändytorna, hvilka dock hos clintoniten äro att beteckna icke såsom rhomboëderutan såsom trigonala pyramidytor, och i enlighet härmed måste de tvenne molekylarhälfterna tänkas stälda öfver hvarandra sålunda, att deras likartade kanter komma att gå i samma riktning, icke omvexlande såsom i den rhomboëdriskt hemiëdriska ställningen (se planschen fig. 8), från hvilken man kommer till clintonitformens trapezoëdriskt tetartoëdriska ställning genom att tänka sig den ena undre hälften vriden 60^0 i förhållande till den andra. Till denna sålunda sammansatta tetartoëdriska molekylarkomplex har man på grund af clintonitens kem. sammansättning att tänka sig en kärn- eller centralmolekyl ($3\ H_2\,Al_2\,O_4$) förhållande sig till silikatmolekylarkomplexen såsom calcitkärnan i cancrinitens molekylarkomplex. Orsaken till att formkomplexen hos clintoniten är tetartoëdriskt pseudohexagonal i motsats till biotitens vanligen hemiëdriska form kan antagas bero på frånvaron hos den förra af alkalimetall- eller i allmänhet enatomiga radikaler: dess partialmolekyler äro enkla hemiëdriskt triklina *CaAl*-silikatmolekyler analoga med margaritens. Genom denna frånvaro af alkalimetaller äfvensom genom sin kärnmolekyl af *Al*-oxidhydrat bildar clintoniten en öfvergång från de egentliga glimmerarterna till chloritarterna.

Nämnda kristallokemiska molekylarformel motsvarar den empiriska formeln:

$$3\,(Ca\,Al_2\,Si\,O_6 + Mg_3\,Si\,O_5 + H_2\,Al_2\,O_4),$$

hvars öfverensstämmelse med de genom analyserna erhållna data utvisas af följande sammanställning af de derur beräknade procenttalen med de af TSCHERMAK (l. c.) anförda reducerade analyserna för seybertit och brandisit:

	Beräknadt.	Seybertit.	Brandisit.
SiO_2	18,05	19,19	19,17
Al_2O_3	42,16	40,11	42.12
MgO	24,61	22,13	20,82
CaO	11,49	13,11	12,42
H_2O	3,69	4,85	5,47
Fl	—	1,26	—
	100,00	100,65	100,00

Dessa beräknade tal öfverensstämma visserligen mindre väl med de funna data än de af Tschermak från den af honom uppstälda formeln beräknade, och dock synes mig den af mig uppstälda formeln vara att föredraga såsom mera naturenlig, dels såsom varande enklare, dels emedan man derur kan härleda ofvannämnda med biotitformlerna analoga constitutionsformel, hvilket icke låter sig göra ur den Tschermak'ska formeln. F. ö. bör märkas att denna strukturformel här är framstäld under sin enklaste form, och att till den ansluta sig isomorfa, med biotit-(meroxen-)formeln analoga molekylarkomplexer med endast Al_2 eller Mg_3 motsvarande ändytorna. Med afseende härpå har man skäl att tänka sig clintonitens molekylar struktur t. e. d. i likhet med biotitens ursprungligen vid sin bildning hafva varit normalt hexagonal, dock icke rhomboëdriskt hemiëdrisk utan trapezoëdriskt tetartoëdrisk, men vid öfvergången till det anomala tillståndet förvandlad till triklina tvillingskomplexer.

I allmänhet då det gäller att välja mellan rent kemiska formler sådana som de Tschermak'ska, som endast stå i öfverensstämmelse med de kemiska data, och strukturformler eller kristallokemiska, sådana som de af mig för glimmergruppens mineralier uppstälda, hvilka derjemte stå i öfverensstämmelse med och kunna förklara de kristallografiska struktur- och formförhållandena, synes mig de sistnämnda obetingadt böra gifvas företräde.

Tschermak räknar (l. c.) till clintonitgruppen äfven Chloritoïd, Ottrelit, Masonit och Sismondin, hvilka dock på grund af sin betydliga jernhalt synas mig böra föras till metalloliterna, och sålunda betraktas såsom blott analoga med glimmergruppens mineralier, från hvilka de ock mer eller mindre skilja sig i yttre fysiskt hänseende.

2. Chloritgruppen.

De tre till denna grupp hörande hufvudarterna Prochlorit, Pennin och Klinochlor äro med hvarandra i kemiskt och kristallografiskt hänseende ännu närmare förbundna än de tre serierna (genera) af glimmergruppen: muscovit, biotit och clintonit. Dock bör i förstnämnda hänseende en åtskilnad göras mellan egentlig chlorit (prochlorit) å ena sidan samt klinochlor resp. pennin å den andra närmast med afseende på den förras större jernhalt och dess deraf beroende högre spec. vigt (2,78—2,95) än de senares (2,65—2,78). Äfven i afseende på den yttre kristallformen kan man göra den åtskilnad mellan de tre chloritarterna, att prochloriten uppträder holoëdriskt hexagonal, pennin enl. regeln rhomboëdriskt samt klinochlor hexagonalt monoklin („klino-hexagonal" enl. SCHRAUF: Ueber Klinochlor; Mineral. Mittheilungen von TSCHERMAK 1874). Härvid är dock att märka, att de i afseende på sin inre kristallstruktur bilda öfvergångar sinsemellan, i det de, särskildt på grund af TSCHERMAK's senaste undersökningar (Die Chloritgruppe I, II; Sitzungsber. der Akad. d. Wissensch. in Wien 1891) måste betraktas såsom uppkomna genom tvillingsartadt, intimt med hvarandra förenade monoklina resp. triklina, men mimetiskt hexagonala partiklar, således i analogi med glimmergruppens mineralier, hvarföre ock på de förra ett analogt betraktelsesätt rörande deras molekylarkonstitution kan användas som det på de senare tillämpade.

I kemiskt hänseende äro chloritgruppens mineralier ännu mindre kända än glimmergruppens, ehuru visserligen bland andra TSCHERMAK inlagt mycken förtjenst genom den i hans senaste afhandling om chloritgruppen (l. c. II Theil) lemnade utredningen af chloritarternas kem. sammansättning. Dock visar sig härvid tydligt svårigheten för att icke säga omöjligheten att blott på rent kemisk väg komma under fund med mineraliernas inre konstitution utan måste härvid hänsyn tagas äfven till kristallformen och strukturn sådan den framgår af spjelkbarheten och den optiska undersökningen, eller med andra ord chloritarterna likasom mineralierna i allmänhet måste betraktas icke från en ensidigt kemisk synpunkt utan från kristallokemisk eller mineralogisk. Och med afseende härpå är den af RAMMELSBERG (Mineralchemie 1875. 487) förfäktade åsigten, att i chloriternas sammansättning ingår ett magnesia jernsilikat med en aluminium-hydroxid, högst antaglig, alldenstund denna senare såsom hydrargillet ($H_6\,Al_2\,O_6$) *) kristalliserar rhomboëdriskt monokliniskt, således i öfverensstäm-

*) Den genom sin komplicerade tvillingsbildning utmärkta hydrargilliten från Arö är enl. BRÖGGER (Zeitschr. f. Kryst. 16), i det närmaste opt. enaxlig med positiv dubbelbrytning.

melse med det allmänna förhållandet inom glimmer- och chloritgrupperna, samt företer äfven i afseende på sin tydliga bas. spjelkbarhet och sin komplicerade tvillingsbildning öfverensstämmelse med phylliterna. Hvad deremot det förstnämnda silikatet beträffar, så bör det något modifieras eller bringas i öfverensstämmelse med talkgruppens mineralier, hvilka då komma att förhålla sig till chloritarterna på samma sätt som de i kristallokemiskt hänseende med de förra anologa muscovitarterna till de med de senare analoga biotit- och clintonitarterna. Härigenom erhålles äfven en anslutning till Tschermak's åsigt, enl. hvilken ett magnesium-hydrosilikat af serpentinens sammansättning ingår i chloritarterna. Man kommer sålunda till följande formler för dessa:

$$\textit{Prochlorit:}\quad \overset{II}{R}\,\overset{II}{R}_3\,Si_3\,O_{10} + H_6\,Al_2\,O_6.$$

$$\left.\begin{array}{l}\textit{Klinochlor}\\ \textit{Pennin}\end{array}\right\}\; 2\,H_2\,\overset{II}{R}_3\,Si_2\,O_8 + H_4\,Al_2\,O_5.$$

Dessa formler, i hvilka $\overset{II}{R}$ företrädesvis utgöras af *Mg*, hos proclorit dock substituerad af *Fe*, stå till hvarandra i afseende på kiselsyrehalten i ett homologt förhållande, således i analogi med glimmerarterna. Den varierande optiska, ofta positiva karakteren och den svaga dubbelbrytningen hos chloritarterna i motsats till glimmerarternas starka och konstanta negativa få äfven sin förklaring af denna sammansättning af tvenne föreningar af olika optisk natur i ett talkartadt optiskt negativt och en lerjord-hydroxid af opt. pos. karakter.

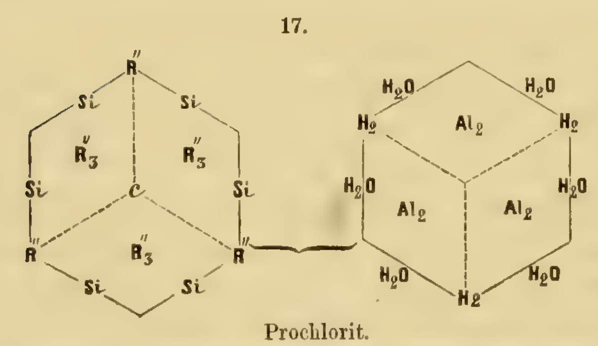
Beträffande kristallformen utmärka sig chloritarterna likasom de egentliga glimmerarterna genom den betydliga längden af hufvudaxeln i förhållande till biaxlarna. Går man ut från den för pennin antagna grundformen med rhomboëderkantvinkel $= 65^{0}\,36'$ enl. Dana (A system of Mineralogy), så kommer man till hufvudaxeln $c = 3{,}5$, hvilken väl äfven bör antagas för prochlorit, i hvilket fall den i min „Mineralkarakteristik" p. 101 angifna grundpyramiden för den senare blir lika med abc_3 $(= {}^1\!/_3 P)$. Betraktar man åter med Schrauf (l. c.) klinochlor såsom klinohexagonal med den enl. Naumann såsom $a_3 b_3 c = 3P$ (se „Mineralkarakteristik" p. 122) betecknade tvillingsytan såsom prisma yta $(= ab)$, och tager man med Tschermak (l. c.) den spetsigare pyramiden *o* (∞P enl. Naumann) till grundpyramid (P), så kommer man till axelförhållandet $0{,}578 : 1 : 2{,}277$ med $\beta = 89^{0}\,40'$. Hufvudaxlarna hos chloritarterna blifva såväl i den hexagonala som i den klinohexagonala formtypen, om de hänföras till lika biaxlar, i det närmaste lika stora, samt mindre än de motsvarande axlarna hos glimmerarterna, hvilket står i samklang med de förras något min-

dre tydliga spjelkbarhet; och likasom glimmermolekylerna kunna betraktas förhålla sig till fältspatsmolekylerna såsom tripelmolekyler, så chloritmolekylerna såsom dubbelmolekyler i *c*-axelns riktning.

Den analogi, som sålunda förefinnes i kristallografiskt såväl som i kemiskt hänseende, äfvensom med afseende på strukturn, sådan den framgår af etsfigurerna, mellan chlorit- och glimmerarterna närmast phlogopit och clintonit talar för att de kunna uttryckas genom liknande strukturformler.

Prochlorit, DANA (Chlorit, WERNER; Ripidolit, ROSE). På grund af de i det föregående anförda kristallografiska och kemiska data kommer man till följande kristallokemiska strukturformel för prochlorit = $3\,(Fe\,Mg_3\,Si_3\,O_{10} + H_6\,Al_2\,O_6)$:

17.



Prochlorit.

Dessa molekylarkomplexer äro fullt rhomboëdriskt symmetriska, i likhet med de ofvan för biotiten anförda och i öfverensstämmelse med prochloritens i det närmaste hexagonala kristallisation, med i det inre rhomboëdrisk struktur, såsom man af de trigonala etsfigurerna kan sluta. I likhet med förhållandet hos biotit och phlogopit hafva vi äfven här att tänka oss de tvenne molekularkomplexerna förenade så att $\overset{II}{R}_3$ kommer att motsvara den ena ändan, Al_2 eller i allmänhet $\overset{III}{R}_2$ den motsatta. Men denna sålunda sammansatta molekylarkomplex måste på grund af det inledningsvis framstälda förhållandet mellan chloritens och fältspatens kristallografiska grundformer tänkas fördubblade, hvarvid här likasom i de fördubblade resp. tredubblade glimmermolekylerna dubbelatomen Al_2 är att betrakta såsom den förbindande länken mellan dubbelmolekylens tvenne hälfter; och man kommer sålunda till en holomorf dubbelmolekylarkomplex bestående af ett jernmagnesiumsilikat med centralmolekyl af aluminiumhydroxid, till hvilken dock äfven 6 *Si*-atomer ansluta sig såsom kärnmolekyler; chloritmolekylen kommer på grund häraf ytterst att utgöras af serpentin- och kaolinartade partialmolekyler.

Genom dessa molekylarkomplexers tvillingsartade sammangruppering uppkommer den skenbart holoëdriskt hexagonala form prochloriten företer. De stå sålunda i full öfverensstämmelse med dess kristallform, och förklara äfven, såsom ytterst bestående af mono- resp. asymmetriska partialformer, den mono- resp. trikliniska anomali chloriten stundom företer. Men att denna struktur-

formel äfven öfverensstämmer med prochloritens kemiska sammansättning utvisar följande sammanställning af derur beräknade procenttal med de genom analys af prochlorit från Zillerthal af v. Kobell (Journ. f. prakt. Chemie 16. 470):

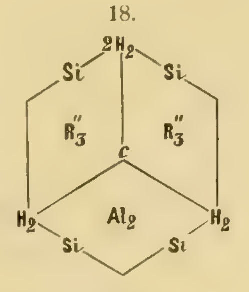
	Beräknadt.	Funnet.
$3\,SiO_2$	27,45	27,32
Al_2O_3	21,38	20,69
$3\,MgO$	24,96	24,89
FeO	14,97	15,23
$3\,H_2O$	11,24	12,00
	100,00	100,13

hvarvid $\overset{II}{R}$ i molekylarformeln är satt $= Fe$ samt $\overset{II}{R}_3 = Mg_3$.

Denna sammansättning motsvarar närmast den jernfattiga prochloriten (*Lophoit*, Breithaupt); hos den jernrikare (*Onkoit*, Breithaupt) har man att tänka sig jernoxidul och magnesia, hvilka såsom af analyserna framgår i sjelfva verket stå i reciprokt förhållande, i en del molekyler byta plats med hvarandra, så att hos dem $\overset{II}{R} = Mg$ och $\overset{II}{R}_3 = \overset{II}{Fe}_3$, och man kommer sålunda till antagandet af tvenne i afseende på Mg och Fe olika, men isomorfa molekylarkomplexer af Prochlorit.

Klinochlor, Blake (Ripidolit, v. Kob.; Chlorit, Rose). Den utprägladt monoklina form, som kristallografiskt och äfven optiskt karakteriserar klinochlor, fordrar för densamma en motsvarande molekylarformel, visserligen af rhomboëdrisk formtyp men derjemte med tydligare utpräglad monosymmetri än föregående phylliters, samt vidare en sådan, af hvilken genom tvillingssammansättning den rhomboëdriska penninen kan tänkas uppkomma. Följande från ofvan anförda empiriska formel härledda kristallokemiska molekylarformel synes mig uppfylla dessa fordringar.

18.



Klinochlor.

Af de i det föregående anförda strukturformler för glimmergruppens mineralier ansluter den sig närmast till phlogopit, hvilken klinochlor äfven både i yttre och inre afseende liknar t. ex. optiskt i afseende på det parallelsymmetriska axelläget, och med hvilken den äfven anträffas i regelbunden sammanvexning t. ex. från Lupikko (se mineral. medd. III). Särskildt i afseende på de af mig (l. c.) iakttagna trigonala resp. hexagonala etsfigurerna röjer sig analogin mellan klinochlorens och phlogopitens molekylarstruktur; dock visa sig

de förra oftare asymmetriska än de senare. Denna mindre grad af symmetri hos klinochlorens etsfigurer får sin förklaring af dess ofvan anförda molekylära strukturformel såsom bestående af en monoklin med kaolinmylekylen analog partialmolekyl samt tvenne serpentin- eller talkartade partialmolekyler med asymmetrisk formbildning. Att denna symbol äfven öfverensstämmer med klinochlorens kem. sammansättning visar följande sammanställning af de deraf beräknade procenttalen och den af v. KOBELL utförda analysen af klinochlor från Achmatowsk:

	Beräknadt.	Funnet.	
$4\,SiO_2$	27,79	31,14	
Al_2O_3	17,40	17,14	
$6\,MgO$	40,62	34,40	(FeO 3,85)
$4\,H_2O$	12,19	12,20	
	100,00		

Med afseende på den större eller mindre jernhalten måste dock äfven här såsom hos prochlorit i en del molekyler $3\,MgO$ tänkas ersatta af $3\,FeO$.

Pennin. Tänker man sig tre klinochlor-molekyler tvillingsartadt förenade med de mot prismaytorna (ab) svarande riktningarna (Si) såsom tvillings- och sammanvexningsytor, så kommer man till en rhomboëdrisk molekylarkomplex analog med prochloriten deri, att ett kaolinartadt aluminium-hydrosilikat bildar centrum med der omkring lagrade Mg_3-molekyler motsvarande rhomboëderytorna samt Si- och H_2-atomer sidoytorna. Då nu sålunda denna sammansatta molekylarkomplex i afseende på de tre partialmolekylerna är affin med klinochlor, men i sin helhet tagen eller med afseende på den inbördes lagringen mellan elementaratomerna analog med prochlorit, så kan den betecknas såsom strukturformel för pennin. Äro i den af dessa molekyler bildade kristallstrukturn de enskilda molekylarkomplexerna homogena eller likartade, så uppkommer den egentliga penninen t. ex. den från Zermatt; är åter endast en centralmolekyl sålunda sammansatt, de öfriga molekylerna deremot enkla klinochlor-molekyler symmetriskt anordnade omkring denna i parallel ställning, så uppstå de till det yttre rhomboëdriska, i afseende på den inre strukturn åter af monoklina klinochlorindivider bildade öfvergångarna mellan egentlig pennin och klinochlor, hvilka tillsammans med den förra förekomma t. ex. i Zillerthal i Tyrol samt Ala i Piemont.

Till chloritgruppen ansluta sig de af TSCHERMAK (l. c.) s. k. „leptochloriterna", af hvilka dock större delen på grund af sin betydliga jernhalt snarare

synes mig böra hänföras till hydrometalloliterna och sålunda betraktas icke såsom affina utan blott såsom analoga med de egentliga chloritarterna.

3. Talk-Serpentin-gruppen.

Hithörande phylliter kunna uppställas i en liknande homolog serie som den mineralierna i föregående grupper bilda, såsom utvisas af följande sammanställning af de tre hufvudarterna:

Talk (Steatit) $H_2 Mg_3 Si_4 O_{12}$.
Sjöskum $H_2 (H_2 Mg_2) Si_3 O_{10}$
Serpentin $H_2 (Mg, Fe)_3 Si_2 O_8 + \text{aq}$.

Af dessa förete blott talk och serpentin en tydligt kristallinisk, bladigt strålig eller kornig textur; och ehuru visserligen kristallformen icke med bestämdhet kan utredas, så visa dock de bladigt kristalliniska varieteterna en så stor analogi med glimmer och chloritarterna i kristallografiskt hänseende, att man äfven hos de förra kan antaga rhombiska resp. rhomboëdriska molekylarformer sammansatta af monoklina resp. triklina partialformer. Att de äfven från kemisk synpunkt låta betrakta sig på detta sätt visar sig deraf, att man kommer till serpentinens kem. sammansättning, om man uti muscovitens molekylarformel (12) i st. f. Ka_2 sätter H_2 samt i st. f. Al_2 de eqvivalenta Mg_3 resp. Fe_3, hvartill kommer ytterligare 1 mol. H_2O antingen såsom extramolekylärt eller intramolekylärt (kärnmolekyl) vatten, allt efter som detsamma betraktas såsom kristallvatten (i enlighet med den äldre, RAMMELSBERG'SKA uppfattningen) eller såsom konstitutionsvatten enl. den nyare af CLARKE och SCHNEIDER (Am. Journ. Sc. 1890. 30) förfäktade åsigten, i hvilket senare fall man äfven kan tänka sig hela vattenhalten såsom basiskt och sålunda sätta i nämnda formel $2H_2 = 2Ka_2$, hvilket står i öfverensstämmelse med förhållandet hos talk. Denna senares kristallokemiska formel kan nämligen härledas direkte från orthoklasens, om man i st. f. Ka_2 sätter H_2 samt i st. f. de mot c och $\bar{a}c$ svarande Al_2 och Si_2 resp. Mg_3 och Si_2. Man erhåller sålunda för serpentin en rhombisk molekylarformel bestående af tvenne monoklina hälfter, för talk åter en normalt monoklin, hvilket står i öfverensstämmelse med deras sannolika kristallografiska förhållande. Dock står äfven talk i optiskt och kristallografiskt hänseende nära det rhombiska och rhomboëdriska systemet, och dess kristallmolekyler äro väl derföre analogt utbildade med muscovitens och biotitens molekyler.

Till steatit ansluter sig äfven *jerntalk* (Liparit) från Pitkäranta och Stansvik, hos hvilken, åtminstone den från sistnämnda fyndort, alldenstund förhållandet mellan kiselsyra och magnesia är lika med det hos steatit, jernhalten måste betecknas såsom främmande för mineralet; också visar den sig under mikropet såsom inhomogen. Till steatit ansluter sig äfven den företrädesvis från pyroxen härstammande pyralloliten.

Från den egentliga serpentinen har man åter afskilt åtskilliga afarter under särskilda namn, så t. ex. de bladigt kristalliniska *antigorit*, *thermophyllit*, *marmolit*, de trådigt kristalliniska *chrysotil*, *pikrolit*, *metaxit*, m. fl. Alla dessa synas dock i kemiskt hänseende öfverensstämma med vanlig serpentin och sålunda blott kunna betecknas såsom strukturvarieteter deraf. F. ö. kan väl det olika utseendet hos serpentinens afarter anses bero af deras olika uppkomstsätt, i det de såsom fallet är med den egentliga mörka serpentinen äro metamorfosprodukter af andra mineralier resp. bergarter företrädesvis olivinhaltiga, eller direkte afsatta ur magnesiahaltiga solutioner såsom fallet väl är med de på jernmalmsgångar förekommande metaxit och pikrolit. Till dessa senare ansluta sig de med magnetit, calcit och fluorit impregnerade metaxoit och pikrofluit från Lupikko.

4. **Kaolingruppen.**

De till denna grupp hörande aluminiumhydrosilikaterna kunna i kemiskt hänseende hänföras till följande serier:

Serien 1: $Al_2\, Si_n\, O_{2n+3} + x\, H_2O$.

Hit höra: *Allophan*, $n = 1, x = 5$; *Kaolin* (Nakrit, Stenmärg), $n = 2, x = 2$; *Halloysit*, $n = 2, x = 4$; *Pyrophyllit* (Agalmatolit t. e. d.), $n = 3$ och $4, x = 1$; *Anauxit*, $n = 4, x = 3$.

Serien 2: $(Al_2)_2\, Si_n\, O_{2n+6} + x$ aq.

Kollyrit, $n = 1, x = 9$; *Glagerit*, $n = 3, x = 6$; *Cimolit*, $n = 9, x = 6$.

Serien 3: $(Al_2)_3\, Si_n\, O_{2n+9} + x$ aq.

Dillnit, $n = 2, x = 6$.

Den förnämsta representanten för dessa aluminiumhydrosilikater är *kaolin*, $H_2\, Al_2\, Si_2\, O_8$ + aq., hvars bildning af orthoklas kan betraktas i öfverensstäm-

melse med muscovitens, i det nämligen de i ändpunkterna af den längsta molekylarriktningen befintliga *Ka*-atomerna bortgå och ersättas af H_2-atomer; härvid bortgå äfven 4 $Si\,O_2$, eller med andra ord orthoklasmolekylen sönderspjelker i tvenne hälfter: den ena hälften (4 $Si\,O_2$) bortgår jemte Ka_2 såsom alkalisilikat, och den återstående hälften ($H_2\,Al_2\,Si_2\,O_8$) ger med en annan dylik med *a*-pl. såsom tvillingsyta samt med 2 mol. kristallvatten en rhombisk kaolinmolekyl med nära 120^0 prismavinkel (nakrit). Kaolinmolekylarformeln kan sålunda äfven betecknas såsom analog med serpentinens, i det man kommer från den förra till den senare genom att sätta Mg_3 i st. f. Al_2.

Sannolikt företer dock kaolin, i likhet med phylliterna i allmänhet, äfven en monoklin formtyp. Att den äfven kan kristallisera trikliniskt visa de af Reusch (Neues Jahrb. für Mineral. 1887) anförda mikroskopiska kaolinfjällen med hexagonal omkrets från Denver i Colorado, hvilka i polariseradt ljus visa sig vara triklina och sålunda kunna sägas förhålla sig till den rhombiska resp. rhombiskt monoklina kaolinen såsom mikroklin till orthoklas.

Pyrophyllit ($H_2\,Al_2\,Si_4\,O_{12}$) och dess kryptokristalliniska varietet *agalmatolit* förhålla sig till kaolin såsom talk och steatit till serpentin, och likna dem äfven i yttre afseende, hvarföre man väl kan för pyrophylliten antaga en liknande molekylarformel som för talken, men med Al_2 i st. f. Mg_3. Huruvida äfven de öfriga ofvanför anförda lerjordshydrosilikaterna i kristallokemiskt eller mineralogiskt hänseende kunna betecknas såsom verkliga sjelfständiga arter måste, då de icke förete tydligt utbildade kristallindivider, lemnas derhän. För närvarande kan man inom kaolingruppen, såsom ock inom serpentingruppen i kristallokemiskt resp. mineralogiskt hänseende blott särskilja tvenne hufvudarter.

Phylliterna visa öfverhufvudtaget en ganska stor analogi med hvarandra i kristallografiskt eller i allmänhet morfologiskt hänseende, i det de förete en rhombisk eller rhomboëdrisk yttre formtyp med mer eller mindre tydligt utpräglad monoklin resp. triklin inre struktur. Det tetragonala och det reguliära systemet äro sålunda uteslutna från denna klass. Möjligt är dock, att det fluorhaltiga aluminiumhydrosilikatet, den s. k. *Zunyiten* (Bull. of United States Geol. Survey, från Colorado N:o 20 p. 102), kan betraktas såsom en tetraëdriskt reguliär representant af densamma. Den kan nämligen tänkas bildad af fyra mot de trigonala riktningarna (tetraëderytaxlarna) svarande hemimorfa rhomboëdriska formkomplexer, förhållande sig till kaolin såsom biotit till muscovit och omslu-

tande en kärnmolekyl af fluoraluminium, i öfverensstämmelse med förhållandet hos apophyllit. Härför talar äfven den optiska anomali, de små Zunyitkristallerna mer eller mindre tydligt förete, äfvensom vidare det enl. all sannolikhet analoga förhållandet mellan biotit och den derur genom metamorfos på grund af granitinverkan bildade granaten; (se min afhandling: Om brottstycken af gneis i gneisgranit; Bidrag till kännedom af Finlands natur utg. af Finska Vet. Soc. XLVI).

Cl. IV. KRYSTALLOLITER.

Silikater innehållande *Ca, Mg, Fe, Mn, Cr, Al, B* (undantagsvis *Ka, Na, Li, H*) såsom radikaler; v = 3—4,3, h = 6—7; merendels tydligt kristalliserade.

1. Granat-Idokrasgruppen.

Granat.

Granatens allmänna empiriska formel $\overset{II}{R}_3 \overset{III}{R}_2 Si_3 O_{12}$ öfverensstämmer med biotit och kan likasom denna upplösas i tvenne delar: $\overset{II}{R} Al_2 Si_2 O_8 + \overset{II}{R}_2 Si O_4$, hvilka hvardera kunna uppträda reguliärt den förra såsom sodalit, den senare såsom eulytin.

Abstraherar man från de mera lokala förekomsterna såsom uvarovit, pyrop och de till denna senare sig anslutande talk-lerjordsgranaten samt mangan-lerjordsgranaten (spessartin), så kunna de allmännare förekommande granatarterna hänföras till följande trenne hufvudtyper, mellan hvilka dock öfvergångar finnas:

1) $Ca_3 Al_2 Si_3 O_{12}$; spec. v. = 3,4—3,6 (Grossular, Romanzovit, Hessonit).

2) $Ca_3 Fe_2 Si_3 O_{12}$; sp. v. = 3,6—4,1 (Topazolit, Kolophonit, Melanit).

3) $Fe_3 Al_2 Si_3 O_{12}$; sp. v. = 4,1—4,3 (Almandin).

Dessa visa äfven en skiljaktighet i paragenetiskt hänseende, i det att kalk-lerjordsgranaten i allmänhet anträffas i kalksten, kalkjernoxidgranaten på malmgångar och i yngre eruptiver samt jern-lerjordsgranaten i kristallinisk skiffer, gneis och äldre eruptiva bergarter (granit och granulit). Såväl i afseende på den kemiska sammansättningen som spec. vigten bilda f. ö. de tre typerna en

motsvarighet till de tre hufvudafdelningarna af silikaterna i allmänhet: geoliter, amphoteroliter och metalloliter. Af de mindre allmänt förekommande granatarterna ansluta sig talklerjordsgranat (pyrop m. fl.) till kalklerjordsgranat, kalkchromoxidgranaten (uvarovit) till kalkjernoxidgranaten samt manganlerjords- till jernlerjordsgranaten.

Beträffande kristallformen kunna endast de tre allmännast förekommande formerna $\infty O, 2O2, 3O\frac{3}{2}$ betecknas såsom för granat fullt normala; och af dessa anträffas den förstnämnda företrädesvis hos granater af typen 1 och 2 (kalkgranater) äfvensom hos de i kristallinisk skiffer förekommande af typen 3, samt $2O2$ hos typen 2 äfvensom, med eller utan $3O\frac{3}{2}$, hos den i granit uppträdande almandinen. De andra undantagsvis eller underordnadt förekommande formerna anträffas enl. regeln hos sådana påvuxna granatkristaller af typen 1 och 2, hvilka i polariseradt ljus visa sig vara mer eller mindre anomala. Hit höra den af mig (Den finska mineralsaml. l. c. p. 33) beskrifna granatoïden från Pitkäranta, hvars kristaller förete tetrakishexaëderytor, såväl normala sådana, hörande till den vanliga tetrakishexaëdern ($\infty O2$), som anomala eller vicinalytor till rhombdodekaëdern, och hvilka sålunda ansluta sig till de dodekaëdriska granater, hvilka visa en streckning parallelt med dodekaëderytornas kortare diagonaler. Sådana vicinalytor stå tydligen i samband med den inre anomala molekylarstrukturn, och visa sig i allmänhet så mycket tydligare ju större denna anomali är; de skilja sig från de normala ytorna genom sina varierande, icke konstanta vinklar (l. c.), hvilket väl står i samband med variationen i den anomala molekylarstrukturn. Ett annat exempel på sådana, af den anomala inre strukturn beroende vicinalytor lemnar den bekanta topazoliten från Mussa-Alp. Af annat slag äro deremot de oktaëdriska ytorna hos en del af de i hålrum i granit från Elba förekommande kristallerna af kalklerjordsgranat: dessa äro nämligen icke jemna utan förete små upphöjningar liknande dem hos etsade kristallytor, hvilket häntyder på att de icke äro primära utan uppkommit genom naturlig etsning af ursprungliga rhombdodekaëdrar, hvilket också utvisas af den omgifvande bergarten, som företer ett förvittradt utseende.

De optiskt anomala företeelserna hos granat hafva på senare tid blifvit mycket omtvistade. De af MALLARD, BERTRAND, KLEIN m. fl. gjorda undersökningarna af dem visa, att de i hufvudsak öfverensstämma med de i det föregående anförda, hos leucit, analcim, milarit etc. förekommande anomalierna, och måste också derföre, om ock i allmänhet mindre tydligt utpräglade, tolkas i analogi med dem. Af de tvenne förnämsta tolkningsförsök, MALLARD's och KLEIN's, synes mig såväl hvad granaten, som hvad andra dylika anomala kristaller beträffar, det af MALLARD uppstälda komma närmare sanningen, nämligen

att dess anomalier skulle bero på en submikroskopisk sammansättning af reguliärt mimetiska (pseudo-reguliära), rhombiska, monoklina eller triklina delar i motsats till Klein, som sammanställer dessa anomalier med de liknande företeelser, som visa sig hos i reguliära former ingjuten gelatinlösning efter torkningen, och i allmänhet anser dem betingade af den yttre formen. Att granatkristallernas optiska anomalier stå i närmaste samband till de yttre formolikheterna har f. ö. äfven Mallard (Bull. Soc. min. de Fr. 1881, IV, 12—15) påpekat, i det han säger, att man redan från den yttre formen kan sluta till den inre optiska strukturn. Denna senare kan såsom Klein (Jahrb. für Mineral. 1883) närmare visat, betecknas antingen såsom *dodekaëdrisk* (eller rhombisk) t. ex. hos hvit dodekaëdrisk kalklerjordsgranat från Auerbach, *ikositetraëdrisk* (eller monoklin) t. ex. hos ikositetraëdrisk granat från Wilui, eller slutligen *hexakisoktaëdrisk* (resp. triklin) t. ex. hos topazolit med till rhombdodekaëdern sig anslutande vicinala hexakisoktaëderytor, allt efter som kristallen är delad i 12 koniska hemimorft rhombiska, 24 hemimorft monoklina eller 48 triklina delar med spetsarna inåt i centrum och basen bildad af de resp. kristallytorna, hvarjemte öfvergångar eller blandningar af dessa strukturmodifikationer förekomma motsvarande de yttre formkombinationerna mellan nämnda enkla former. En sådan blandning företer äfven den af Klein s. k. *oktaëdriska* (eller rhomboëdriska) strukturn hos den oktaëdriska granaten från Elba, hvilken hufvudsakligen skiljer sig från den dodekaëdriska deri, att man i plattor parallelt med oktaëderytorna ser i polariseradt ljus ett triangulärt, optiskt enaxligt fält, omgifvet af de tre mot närgränsande dodekaëderytor svarande dubbelbrytande fälten, hvilket synes utvisa, att i sjelfva verket hos Elba-granaten ursprungliga oktaëderytor underordnadt finnas, hvilka sedermera genom etsning blifvit förstorade. Till dessa olika strukturer kommer slutligen ännu en, som man kunde beteckna såsom *hexaëdrisk* eller rättare tetrakishexaëdrisk (pseudotetragonal) struktur, nämligen hos den ofvannämnda anomala granaten eller granatoïden från Pitkäranta, alldenstund den i plattor slipade parallelt med den mot det tetragonala bas. planet svarande hexaëderytan visar ett i det närmaste apolart midtelfält, uppkommet väl, i likhet med det mot oktaëderytan svarande (hos granat från Elba, Breitenbrunn etc.), genom inbördes vexelvärkan eller kompensation af de likformigt anordnade, tvillingsartadt förenade opt. tvåaxliga partialmolekylerna, på samma sätt som opt. tvåaxliga glimmerblad stälda öfver hvarandra under 90° eller 120° vinkel åstadkomma optisk enaxlighet. F. ö. skiljer sig denna strukturmodifikation från alla föregående derigenom, att den företer ett skelettartadt system af triklina, skarpt från hvarandra skilda tvillingslameller med utsläckning omkr. 15° från tvillingsgränsen samt gående parallelt med dode-

kaëderytorna således i analogi med förhållandet hos leucit [*]). Mellanrummen mellan dessa genom kristallens midt gående tvillingslameller förete aggregatpolarisation, samt äro utåt begränsade af lameller eller mer och mindre skilda lager af isomorfa granatvarieteter, hvilkas olika kem. natur äfven makroskopiskt röjer sig i deras olika färg.

Den nära relation, som sålunda visar sig mellan den inre strukturn och den yttre formen hos granaten, ådagalägger, att de stå i ett genetiskt samband d. ä. att de uppkommit samtidigt eller så att molekylerna anordnat sig regelbundet omkring en centralmolekylarkomplex, under normala förhållanden i parallel ställning, men med olika attraktionsriktningar gående normalt mot de resp. ytorna, hvilka dymedelst bildas. Man kan sålunda icke såsom Klein anser ifrån de lika optiska företeelserna hos gelatinformerna med de nämnda hos granat sluta till en likhet i afseende på den inre strukturn lika litet som man af analogin mellan de optiska företeelserna hos glödgadt eller pressadt glas samt kristallernas optiska fenomener i allmänhet kan sluta till en sådan. På samma sätt som i senare fall hvarje liten punkt d. ä. molekyl hos kristallen motsvarar glasformen i sin helhet, så måste man hvad granaten beträffar tänka sig sjelfva dess grundmolekyl förete en delning i partialmolekyler motsvarande den optiska strukturn hos kristallen i sin helhet, i enlighet hvarmed den optiska resp. kristallografiska anomalin kan sägas bero på en molekylartvillingssammansättning med varierande tvillings- resp. sammansättningsytor, genom hvilken variabilitet den molekylära tvillingsbildningen skiljer sig från den i stort, likasom de deraf beroende vicinala ytorna från de normala.

Detta molekylens sönderfallande i partialmolekyler måste åter såsom redan i det föregående blifvit antydt tänkas bero på elementaratomernas inom molekylen öfvergående från ett normalt reguliärt läge till ett snedt, mimetiskt reguliärt betingadt väl hufvudsakligen af olika yttre lokala förhållanden för öfrigt. Huruvida man härvid anser strukturn betinga formen eller tvärtom torde komma på ett ut, alldenstund de stå i det närmaste samband till hvarandra och dymedelst måste tänkas hafva uppstått samtidigt. Anser man formen såsom det primära, strukturn såsom deraf beroende, så har man åter att förklara olikheten i formen. Att åtminstone i vissa fall formen är beroende af strukturn visa de anomala vicinala ytorna äfvensom de ofvannämnda genom naturlig etsning, så-

---

*) En sådan lamellär tvillingsstruktur visar sig stundom äfven hos granat med ikositetraëdrisk struktur t. ex. hos granat från Wilui, hvilken i snitt parallelt med hexaëderytan företer på de mot ikositetraëderytorna svarande, i polariseradt ljus skarpt från hvarandra åtskilda fälten en omvexling af svagt polariserande och apolara lameller med otydliga begränsningsytor, gående normalt mot kantriktningarna hos kristallytan.

ledes åtminstone t. e. d. sekundärt uppträdande oktaëdriska ytorna hos Elbagranaten.

Att äfven den kemiska sammansättningen icke är utan inflytande på den anomala strukturn utvisas deraf, att det företrädesvis är den ljusfärgade mindre metalliska kalk-lerjordsgranaten t. ex. den färglösa från Auerbach, som företer dubbelbrytning i något högre grad, eller mera utpräglad opt. anomali, under det att de mera metalliska kalk-jernoxidgranaterna i allmänhet icke visa en sådan, och då de undantagsvis göra det, kan detta bero på att de i högre grad än de förra äro isomorfa blandningar, hvilket såsom BRAUNS visat, befordrar anomalin (Die optischen Anomalien der Krystall. 1891). Föga eller ingen anomali visa deremot de i granit och kristallinisk skiffer inneslutna kalkfria jernlerjordsgranaterna. Då nu i allmänhet under f. ö. lika förhållanden de ickemetalliska mineralierna förete de optiska anomalierna i högre grad än de metalliska och dessutom skilja sig från dessa senare derigenom, att de genom upphettning låta öfverföra sig i det normala tillståndet under det att de senares anomala tillstånd föga eller icke förändras genom värmet, så ligger den tanken nära för handen, att det är olikheten hos elementaratomerna, som betinga denna olikhet i struktur och i samband dermed den i optiskt hänseende, i det att nämligen de lätta metallerna förete så att säga en större rörlighet än de tunga, så att de lättare än dessa senare förändra sitt läge inom atomkomplexen eller molekylen *). Beträffande åter åtskilnaden mellan de i allmänhet mera anomala påvuxna och de mera normala invuxna granatkristallerna beror väl denna på den större friheten hos de senares atomer resp. molekyler att obehindradt af yttre inflytelser kunna intaga det normala jemvigtsläget.

Men äfven på den optiska strukturens art och dymedelst på den olika formen torde den kem. konstitutionen icke vara utan allt inflytande. Man har

---

*) Detta synes mig äfven framgå af BRAUNS's iakttagelser (l. c.), att det reguliära blynitratet är apolart men blir optiskt verksam (anomalt) genom sammankristallisering med bariumnitrat; och i enlighet härmed gör thalliumalun de vanligen mer eller mindre optiskt anomala alunarterna apolara. Denna de tunga metallernas trögare eller mera passiva natur än de lätta metallerna beror antagligen på de förras relativt större halt af materielt och mindre af eteriskt substrat. Detta kan äfven förklara de metalliska ämnenas större benägenhet att kristallisera än de icke-metalliska, i det de senare mindre lätt än de förra kunna intaga det för kristallisationen nödiga jemvigtsläget. F. ö. måste väl äfven den olika halten af den optiska etern hos de resp. elementaratomerna tagas i betraktande vid förklaringen af de optiska anomalierna. Härpå beror väl särskildt den stegring i anomali, som enl. BRAUNS de isomorfa föreningarna förete. Att härvid i sjelfva verket en åtskilnad förefinnes mellan icke-metalliska och metalliska föreningar visar BRAUNS's iakttagelse (l. c.), att jernfri ammonium-kaliumalun är optiskt negativ d. ä. företer en större eterisk kraft i oktaëdernormalens riktning, den jern- och chomhaltiga åter opt. positiv. Genom sammansättning af dessa uppstå apolara blandningar, i det att de motsvarande riktningarna kompensera hvarandra.

annars svårt att förklara olikheten i formen af de under i det närmaste samma yttre förhållande på en och samma lokal bildade granatarterna t. ex. den gröna ikositetraëdriska samt de bruna och svarta dodekaëdriska granaterna från Pitkäranta. Man kunde visserligen sammanställa den förra med den enl. regeln ikositetraëdriska almandinen i granit och gneis, de senare åter med den dodekaëdriska granaten i kristallinisk skiffer, alldenstund den gröna Pitkäranta-granaten förekommer i den primära pyroxen-felsen, den bruna i den sekundära pitkäranditen och den svarta i en sjöskumartad steatit, hvilket häntyder på att de uppkommit under olika perioder, vid olika temperatur och i olika medier, och att de sålunda i genetiskt hänseende verkligen förhålla sig till hvarandra såsom almandin i granit till den i skiffer, samt att den olika formen sålunda här är betingad af olika yttre förhållanden. Men det finnes granatkristaller t. ex. de af Klein (l. c.) undersökta dodekaëdrarna från Breitenbrunn i Sachsen, hos hvilka dodekaëderform och -struktur omvexlar med ikositetraëdrisk, och här synes man mig måsta antaga, att en olikhet i den kemiska konstitutionen i qvalitativt hänseende betingar olikheten i struktur och form. Också förete i allmänhet de icke-metalliska kalk-lerjordsgranaterna såsom nämndt dodekaëdrisk form, de metalliska derjemte ikositetraëdrisk resp. hexakisoktaëdrisk.

Dodekaëdern och ikositetraëdern jemte motsvarande optiska strukturarter måste på grund af deras allmänna förekommande sjelfständigt eller ensamt för sig oberoende af de öfriga betraktas såsom de tvenne hufvudformerna, under det att de öfriga på grund af sitt underordnade uppträdande äro att betrakta såsom sekundära; och i enlighet härmed måste de tvenne förstnämnda, då de förekomma sjelfständigt i och för sig, anses betingade af en olikhet i molekylernas inre konstitution d. ä. en olikhet i atomernas inbördes ställning: hos dodekaëdern i analogi med sodalit, hos ikositetraëdern med leucit, under det att de öfriga likasom äfven dodekaëdern och ikositetraëdern då de uppträda blott sekundärt eller underordnadt i kombinationer äro att tillskrifva den olika yttre anordningen af molekylerna inbördes i attraktionsriktningarna normalt mot de resp. ytorna. Tänker man sig molekylarattraktionen såsom jag tillförene antydt beroende på inverkan af elektromagnetiska strömmar, kretsande omkring molekylerna och uppkomna på grund af elementaratomernas inom molekylen olika elektropos- resp. negativa karakter, så har man att göra skilnad mellan primära strömmar som gå i riktning af den primära rhombdodekaëderns diagonaler samt sekundära eller intermediära, uppkomna genom sammansättning af de primära och bildande nya korsningspunkter och attraktionsriktningar motsvarande normalerna till de sekundära ytorna. Att härvid icke oktaëdern och hexaëdern uppkomma måste bero på den inre anordningen af atomerna inom grundmole-

kylen, och vi komma sålunda äfven från denna synpunkt till antagandet att dessa elementaratomer äro så anordnade, att deras komplexer till formen motsvara en rhombdodekaëder eller ikositetraëder. Och tillämpa vi nu på dessa molekylarformer samma betraktelsesätt som ofvanför vid sodalit och leucit, i det vi jemföra dodekaëderformen med en komplex af 8 i oktaëderytnormalernas riktningar gående pseudorhomboëdriska tvillingskomplexer af plagioklas (anorthit), den ikositetraëdriska åter med en komplex af 6 i hexaëder-ytnormalernas riktningar gående pseudotetragonala dylika (hemimorfa) tvillingskomplexer, så kommer molekylarformen, om vi, i st. f. tvenne tvillingsartadt med hvarandra förenade triklina partialformer, tänka oss den deremot svarande monoklina, att vid anomal utbildning sönderfalla i resp. 3.8 eller 4.6, således i hvardera fallet 24 partialmolekyler, hvaraf kan slutas, att granatens fysiska grundmolekyl utgöres af 24 kemiska molekyler $(\overset{II}{R}_3 \overset{III}{R}_2 Si_3 O_{12})$ med 12 $\overset{II}{R}$ lagrade vid enhvar af de 6 hexaëder-, $3\overset{III}{R}_2$ vid de 8 oktaëderhörnen, 3 Si motsvarande de mellanliggande 24 kanterna samt O-atomerna symmetriskt fördelade mellan dem, hvarvid olikheten mellan den dodekaëdriska och ikositetraëdriska strukturn kan bero på den olika ställningen af $\overset{III}{R}_2$-atomerna, antingen mot dodekaëder- eller ikositetraëderytorna, i det att nämligen de mot Al_2 svarande pseudorhomboëderytorna i anorthit-tvillingskomplexen (likn. fig. 8 pl) antingen kunna tänkas motsvara läget af rhombdodekaëderytorna eller ikositetraëderytorna, i hvardera fallet med de mot Si-atomerna svarande prismatiska ytorna motsvarande rhombdodekaëderytorna; och likaså kan den pseudotetragonala plagioklastvillingskomplexen (likn. fig. 7) ställas så, att de mot Si-atomerna svarande pseudopyramidala ab-planen antingen motsvara dodekaëder- eller ikositetraëderytorna, hvilken åtskilnad kan anses betinga olikheten mellan den till den dodekaëdriska sig anslutande tetrakishexaëdriska strukturn från den egentliga ikositetraëderstrukturn. Denna från plagioklastvillingskomplexerna *) härledda molekylarkonstitution hos granat motsvarar äfven den i det föregående anförda atomistiska molekylarstrukturn hos biotit samt de i det följande anförda för idokras och turmalin, i det att de 24 partialmolekylerna på grund af denna uppfattning kunna tänkas sålunda fördelade, att de motsvara 6 halfva idokrasmolekyler med pyramidytorna motsvarande ikositetraëderytorna eller 8 enkla biotit- resp. turmalinmolekyler med bas. planen motsvarande oktaëderytorna.

---

*) I sammanhang med denna härledning af granatens molekylarkonstitution från anorthittvillingskomplexen kan här påpekas, att DOELTER och HUSSAK genom smältning af åtskilliga granatarter erhållit såsom produkt anorthit jemte ett skapolit- eller nephelinartadt mineral (Jahrb. für Mineralogie 1886).

I enlighet med denna uppfattning af granatmolekylens kristallokemiska förhållande kommer man till följande närmare förklaring af dess anomalier. I normalt tillstånd d. ä. i allmänhet vid högre temperatur äro atomerna fullt symmetriskt anordnade, vid anomal utbildning åter, förorsakad af temperaturnedsänkning eller ensidigt tryck, inblandning af isomorfa beståndsdelar etc. uppkommer en mer eller mindre, dock i allmänhet ringa afvikelse från det normala jemnvigtsläget hos atomerna, och dymedelst en delning af grundmolekylerna i 12 rhombiska resp. 24 monoklina, allt efter som molekylaratomerna ursprungligen äro dodekaëdriskt eller ikositetraëdriskt anordnade. Äro nu såsom vanligtvis torde vara fallet de enkla kemiska molekylerna regelbundet anordnade omkring en sammansatt fysisk centralmolekyl med antingen dodekaëdriska eller ikositetraëdriska attraktionsriktningar, så kommer vid anomal utbildning kristallen i sin helhet att förete en delning motsvarande den hos den centrala molekylarkomplexen.

Denna motsvarighet mellan kristallens delning i sin helhet och den hos den enskilda molekylen eger nu i allmänhet rum vid svagare anomali; vid starkare sådan uppstår en molekylär tvillingsbildning mellan de olika partialmolekylerna, antingen i en bestämd riktning, hvarvid en lamellär tvillingsbildning uppkommer eller ock med tvillings- resp. sammanvexningsytor i olika riktning, då det hela företer aggregatpolarisation.

Partschin $(=(Mn, Fe)_3\,Al_2\,Si_3\,O_{12})$ från Olàhpian i Siebenbürgen är den med granat isomera, monoklina modifikationen förhållande sig dertill såsom hyalophan till leucit. Dess prismavinkel ($ab : a\bar{b} = 88^0\ 8'$) samt vinkel $a : c = 52^0\ 16'$ öfverensstämma temligen nära med vinklarna $b : \bar{b} = 86^0\ 24'$ och $\frac{b}{\bar{b}} : \frac{ab}{ab} = 53^0 3'$ hos den mot pyroxen svarande anorthittvillingsbildningen enl. Baveno-lagen. Tänker man sig fyra sådana anorthittvillingar förenade, så kommer man till en mimetisk, pseudo-tetragonal komplex liknande en hemimorf idokras (fig. 7 pl.), hvars motsvarande vinklar äro $ab : a\bar{b} = 90^0$ och $ab : abc = 53^0\ 1'$, och från denna kommer man till den ikositetraëdriska granaten på samma sätt som från skapolit till leucit (se ofvanföre), i det att den pyramidala polkantvinkeln hos den pseudotetragonala anorthittvillingskomplexen ($48^0\ 44'$) är nära lika den motsvarande reguliära ikositetraëdervinkeln $48^0\ 12'$.

Helvin ansluter sig till granat såväl till form som kemisk sammansättning:

$$(Mn, Fe)_3\,\overset{III}{Be_2}\,Si_3\,O_{12} + Mn\,S = 3\,[(Mn, Fe, Be)_2\,Si\,O_4] + Mn\,S.$$

Den kan sålunda betecknas såsom en mangan- resp. jern-berylljordsgranat med

$Mn S$ såsom kärnmolekyl. Tänker man sig Be såsom tvåatomig radikal, så kommer $\overset{II}{Be_3}$ att motsvara $\overset{III}{Al_2}$ hos granat. Hufvudskilnaden i afseende på formen från granat är helvinens tetraëdriskt hemiëdriska form, hvilken sannolikt beror på en motsvarande hemiëdri hos den reguliära svafvelmanganen. Vi hafva sålunda att i stället för 8 mot oktaëderytorna svarande hemimorfa rhomboëdriska partialmolekyler tänka oss hos helvin 4 mot tetraëderytorna svarande, omslutande 4 $Mn S$ såsom kärn- eller centralmolekyl. Att helvin äfven i yttre fysiskt hänseende öfverensstämmer med granat visar den rödbruna helvinen från Lupikko, hvilken då yttre formutbildning saknas lätt kan förvexlas med granat. Äfven den med förherrskande rhombdodekaëderytor kristalliserande mörkbruna helvinen från Sigtesö i södra Norge har, såsom BRÖGGER (Mineralien der südnorwegischen Augit-syenite) anmärker, likhet med granat.

Idokras (Vesuvian).

Idokras förhåller sig till granat såsom skapolit till leucit och kan då den icke är tydligt kristalliserad stundom vara svår att skilja från denna, såsom den s. k. kolophoniten från Arendal utvisar, hvilken tillförene betraktades såsom granat men numera till större delen räknas till vesuvian. Äfven den ofvan nämnda anomala granaten (granatoïden) från Pitkäranta har en ganska stor likhet med påvuxna idokraskristaller genom stark utbildning af tetrakishexaëdern $\infty O2$, hvars vinklar i de hexaëdriska symmetriplanen, i medeltal $= 52^0 44'$, närma sig till den motsvarande $ac : \bar{a}c = 56^0 31'$ hos idokras. I kemiskt och paragenetiskt hänseende ansluter sig idokras närmast till kalklerjordsgranaten, tillsammans med hvilken den ock ofta anträffas.

Kemisk sammansättning. I likhet med skapolit är äfven idokrasens kemiska sammansättning fortfarande omtvistad, och det är derföre här likasom i föregående dylika fall skäl att taga äfven andra, kristallografiska och optiska förhållanden i betraktande i och för utredandet af den inre molekylarstrukturn. Vid jemförelsen med skapolitgruppens mineralier, skapolit och gehlenit, finner man nu, att, om man tänker sig ab-riktningarna hos de förra motsvara a- resp. b-riktningarna hos idokras, de tre mineralierna bilda en homöomorf serie, i det att $abc : \bar{a}bc = 63^0 42'$ hos skapolit förhåller sig till motsvarande vinkel $(= 59^0)$ hos gehlenit ungefär såsom denna senare till vinkeln $ac : ac = 56^0 31'$ hos idokras; zonerna c—ac—a hos den sistnämnda motsvara sålunda zonerna c—abc—ab hos skapolit. Man har på grund af denna analogi i kristallografiskt hänseende skäl att sluta till en motsvarande i kemiskt resp. kristallokemiskt hänseende samt kommer sålunda till antagande af tvenne isomorfa föreningar Ca

$Al_2 Si_2 O_8$ samt $Ca_2 Si O_4$ äfven hos idokras, här dock med Ca till en mindre del substituerad af Mg och Fe samt Al_2 af Fe_2. I dessa tvenne enkla föreningar låta äfven de för idokras föreslagna kemiska formlerna upplösa sig: nämligen den äldsta af Berzelius antagna granatformeln $(\overset{II}{R}_3 \overset{III}{R}_2 Si_3 O_{12})$, den äldre af Rammelsberg föreslagna formeln $(\overset{II}{R}_{18} (\overset{III}{R}_2)_4 Si_{15} O_{60})$ samt den nyaste, ytterst komplicerade Rammelsberg'ska formeln, hvilken dock med abstraherande från den på det hela taget ringa och mycket varierande vattenhalten kan betydligt förenklas: man kommer nämligen i sådant fall till den empiriska formeln

$$\overset{II}{R}_8 (\overset{III}{R}_2)_2 Si_7 O_{28}.$$

Med betraktande af den skålformiga afsöndringen hos idokras och den stundom betydliga inblandningen af främmande ämnen, t. ex. serpentin i idokras från Lupikko (Mineral. Medd. Öfvers. af Finska Vet. Soc. förh. XXII), synes man mig icke böra fästa alltför stor vigt vid de i mindre mängd i idokrasanalyserna förekommande ämnena såsom varande af ingen eller föga betydelse för mineralets egentliga konstitution. Anser man verkligen vattenhalten utgöra en konstituerande beståndsdel hos idokras, så bör den i likhet med i det föregående anförda dylika fall naturenligast betraktas såsom kärnmolekyl (hydroxyl), då man icke gerna på grund af saknaden hos idokras af enatomiga radikaler kan betrakta det såsom basiskt vatten. Detta gäller äfven för den af Vogel (Inaug.-Dissert. 1887) funna fluorhalten, äfvensom möjligen ock för det öfverskott af CaO resp. MgO, som wiluiten, enl. den Rammelsberg'ska formeln för denna idokrasvarietet, företer, i analogi med förhållandet hos skapolit och gehlenit.

Samtliga tre ofvan anförda formler för idokras kunna nu sålunda sammanfattas under den gemensamma formeln

$$m \overset{II}{R} \overset{III}{R}_2 Si_2 O_8 + n R_2 Si O_4 \; (= m A + n B),$$

hvari $m : n = 1 : 1$, $4 : 7$ och $2 : 3$. Det mellersta förhållandet närmar sig till gränsförhållandet $1 : 2$, hvilket ungefär motsvarar wiluitens sammansättning.

Idokrasen skiljer sig således från skapoliten, hos hvilken *Ca Al*-silikatet utgör den öfvervägande delen, genom öfvervigt af det enkla *Ca*-silikatet. Möjligen kan man i samband med denna åtskilnad sätta den skilnad, som förefinnes mellan skapolit och idokras i optiskt hänseende, nämligen dess svagare optiskt negativa dubbelbrytning, hvilken hos Wilui-idokrasen öfvergår till positiv: En

vexling af optiskt negativa och opt. positiva varieteter förekommer stundom enl. ROSENBUSCH hos samma kristall. Med denna vexling i den optiska karakteren står väl vexlingen i absorbtion i samband, i det nämligen hos en del kristaller den extraordinära, hos andra den ordinära strålen företer en större absorbtion eller mörkare färg. Äfven genom en större brytningsexponent resp. mindre eterelasticitet åtskiljer sig idokras från skapolit i öfverensstämmelse med den förras halft metalliska natur i motsats till den senares icke-metalliska.

Kristallokemisk konstitution. Om man i analogi med förhållandet hos skapolit fyrdubblar ofvan anförda tvenne kemiska molekylarformler, så kommer man till tvenne motsvarande isomorfa strukturformler eller fysiska molekylarformler för idokras, i hvilka på grund af ofvannämnda motsatta förhållande mellan skapolit och idokras i afseende på de kristallografiska hufvudriktningarna *Ca*-atomerna komma att motsvara *a*- (och *b*-) ytorna eller grundpyramidens medelhörn samt vidare i den ena (*A*) de fyra Al_2-atomerna pyramidytorna (*abc*) samt *Si*-atomerna *ac*-(resp. *bc*-) ytorna eller grundpyramidens polkantriktningar, i den andra (*B*) *Si*-atomerna åter *c*-planen (grundpyramidens polhörn). Således är i *A* *a* (resp. *b*) = *Ca*, *ac Si*, $abc = Al_2$; i *B*. *a* = *Ca*, *c Si*.

Följande betraktning af idokrasens kristallografiska och kristallokemiska förhållanden kunna tjena till bestyrkande af riktigheten af detta åskådningssätt.

Grundpyramidens normalvinkel $abc : ab\bar{c}$ varierar enl. ZEPHAROVICH mellan 105° 30′ och 105° 54′, enl. STRÜVER åter mellan 105° 33′ (gul vesuvian från Albanerberget) samt 106° 32′ (mörkbrun vesuvian från samma ställe). Häraf erhålles för hufvudaxeln (*c*) eller molekylaraxeln:

$$c' = 0{,}5372 — 0{,}5278 \text{ (i medeltal} = 0{,}5325),$$

och deraf åter för den dynamiska axeln ($c_{,}$) de reciproka värdena

$$c_{,} = 1{,}861 — 1{,}895 \text{ (medeltal} = 1{,}878).$$

Sätter man nu i analogi med förhållandet hos skapolit i molekylarformeln *A* de relativa värdena för molekylarkrafterna

$$ac_{,} (= Si) : a_{,} (= Ca) = 2 : 1$$

samt i formeln *B*

$$c_{,} (= Si) : a_{,} (= Ca) = 2 : 1 ,$$

så får man för *A*, för de motsvarande normalerna

$$ac' \text{ (normalen till deuteropyramiden} = \tfrac{1}{ac_{,}}) : a' = 0{,}5 : 1$$

hvaraf åter c' $(= tg\, 30^0) = 0{,}5773$ samt $c_{,} = 1{,}732$ och således för $A + B$:

$$c_{,} = \frac{1{,}732 + 2}{2} = 1{,}866;$$

samt för $A + 2B$:

$$c_{,} = \frac{1{,}732 + 4}{3} = 1{,}910,$$

eller i medeltal $c_{,} = 1{,}888$. Häraf erhålles slutligen molekylaraxeln

$$c' = 0{,}5359 - 0{,}5235 \text{ (medeltal} = 0{,}5297).$$

Likasom sålunda molekylarformlerna $A + B$ och $A + 2B$ innehålla gränsvärdena för den funna kemiska sammansättningen för idokras utgöra de derur deducerade värdena för molekylaraxeln gränsvärdena för den empiriskt funna hufvudaxeln.

Aluminium har vid denna deduktion icke tagits i betraktande, emedan den på grund af det antagna intermediära läget inom atomkomplexen i likhet med syreatomerna icke komma att utöfva något inflytande på formen, som bestämmes af *Ca*- och *Si*-atomerna, hvilket ock förklarar isomorfin mellan den aluminiumhaltiga och det aluminiumfria silikatet. Till detta antagande kommer man äfven vid jemförelse mellan idokrasens form och den pseudotetragonala anorthittvillingskomplexen (enl. Baveno- och Manebacher-lagarna), hvilken, såsom jag i min afhandling om mineraliernas grundformer och deras genetiska samband (l. c. fig. 16) visat, i sina vinkelförhållanden nära öfverensstämmer med idokrasens. I denna komplex af fyra till en hemimorf pseudotetragonal (eller 8 till en holomorf sådan) form förenade Baveno-tvillingar af anorthit äro de mot *Ca* svarande *b*-ytorna utåt, de mot *Al*-atomerna svarande *c*-ytorna inåtvända, ett förhållande, som man i öfverensstämmelse med det hos skapolit äfven kunde tänka sig hos idokrasmolekylen i st. f. det ofvan antagna. Skilnaden mellan den mot skapolit och den mot idokras svarande tvillingskomplexen är den, att den förra består af tvenne hemiëdriska (höger- och venster-) plagioklasindivider, den senare af blott en, hvilket kan ställas i samband med förekomsten hos skapolit af den med två atomer samt motsvarande partialmolekyler uppträdande natrium (se ofvanföre vid albit).

Idokrasens grundmolekyl kan sålunda i enlighet med detta uppfattningssätt betraktas såsom sammansatt eller motsvarande i sin helhet 8 monoklina partialmolekyler, enhvar motsvarande en Baveno-anorthittvilling och sålunda äfven en pyroxenmolekyl eller närmast grundformen af den ofvannämnda partschin. Härför talar äfven den optiska anomalin hos idokras särskildt hos den från Wilui. Enl. Brögger's och senast Prendel's undersökningar består denna, i likhet med apophyllit m. fl. anomala kristaller, af en mer eller mindre regelbunden anordning af mot de resp. ytorna svarande optiskt olika koniska sectorer utgående från centrum såsom spets till de resp. ytorna såsom baser. I plattor slipade normalt mot hufvudaxeln visar sig det vid fullkomligt regelbunden utbildning mellersta mot bas. planet svarande fältet opt. enaxligt, de mot protopyramidytorna svarande opt. tvåaxliga, afdelade i lameller normalt mot medelkanterna i analogi med den ikositetraëdriska granaten från Wilui (se ofvanför) samt slutligen de mot prismaytorna svarande fälten afdelade i lameller parallelt med dessa, samt med opt. axelplanet i samma riktning. I plattor, som jag slipat parallelt med bas. planet af en Wiluitkristall har jag funnit den åtskillnad mellan de fyra större mot *ab*-planen (∞P) svarande fälten och de fyra mindre mot *a* resp. *b* ($\infty P \infty$) svarande, att hos de förra opt. axelplanet går parallelt med en prismakant, hos de senare snedt (omkr. 15^0) eller med andra ord, att de förra te sig såsom monoklina, de senare såsom triklina, i öfverensstämmelse med förhållandet mellan de 8 triklina individerna i den nämnda anorthit-tvillingskomplexen, af hvilka två och två i de protopyramidala zonerna i afseende på pyramidytorna nära sammanfalla, i de deuteropyramidala åter äro skarpt åtskilda. F. ö. visar sig den opt. tvåaxligheten tydligare vid de yttre delarna af plattan än i det inre, i det att den opt. axelvinkeln minskas närmare till det mellersta, i det närmaste opt. enaxliga fältet. Alla dessa företeelser synas mig kunna hänföras till en och samma grundorsak: grundmolekylens delning i 8 monoklina delar, och dessas ytterligare i tvenne triklina, samt de enkla molekylernas regelbundna anordning omkring en sådan centralmolekyl normalt mot de resp. ytorna; kristallen i sin helhet ter sig då olika i de olika riktningarna, nämligen symmetriskt eller normalt tetragonalt i riktning mot bas. planet, monosymmetriskt i riktning mot protopyramid- och prisma-ytorna samt asymmetriskt i riktning mot deuteropyramid- och prismaytorna. Förefinnas flere kristallisationscentra, så bildar det hela en komplex af flere smärre kristaller i parallel ställning, sådan som man stundom kan iakttaga redan på det yttre hos idokraskristaller från Wilui.

Den lamellära optiska strukturn parallelt med prismaytorna kan delvis bero äfven på en verklig lamellär anordning af olika isomorfa lager. Härpå beror

väl äfven den hos en del idokraskristaller förekommande anomalin i afseende på kristallvinklarna så t. ex. den mellan grundpyramid-ytorna och bas. planet i olika riktningar gående betydliga vinkelskilnaden af ända till 0° 22′, som jag funnit hos Frugårdit-kristaller (den finska mineralsaml. etc. Finska Vet. Soc. öfvers. VLVI). Dock måste väl äfven denna kristallografiska anomali ytterst bero på idokrasens mer eller mindre tydliga monosymmetriska struktur, hvilken kan vara mera utpräglad i den ena af de två protopyramid-riktningarna än i den andra.

Vid upphettning minskas enl. Prendel (l. c.) den opt. tvåaxligheten hos idokras från Wilui. Detta leder till antagandet, att wiluiten likasom väl idokrasen i allmänhet vid högre temperatur varit normal samt vid temperaturnedsänkning öfvergått till anomal, hvilket väl ytterst beror på en ringa förändring i atomläget inom grundmolekylen.

Hos idokras är utbildningen i hufvudaxelns riktning mindre utpräglad än hos den för öfrigt analoga skapoliten, så att idokraskristaller finnas, t. ex. från Achmatowsk (enl. Kokscharow), hos hvilka pyramidytorna öfverväga prismaytorna, hvilket väl sällan eller aldrig förekommer hos skapolit, samt att basiska planet, som hos skapolitkristallerna saknas eller är underordnadt, hos idokras icke sällan öfverväger pyramidytorna. Denna skilnad i kristallografisk utbildning mellan idokras och skapolit står utan tvifvel i samband med och är beroende af den förras något större hufvudaxel än den senares och deraf följande relativt mindre molekylarattraktion i denna riktning. Deraf beror väl äfven idokrasens mindre tydliga prismatiska spjelkbarhet samt otydliga bas. spjelkbarhet till skilnad från skapolitens teml. tydliga prismatiska spjelkbarhet.

Mellilit bildar såväl i kristallografiskt och kemiskt som äfven i optiskt hänseende i afseende på brytningsexponenten en öfvergångslänk mellan idokras och skapolit, samt ansluter sig sålunda väl äfven i kristallokemiskt hänseende till dem. Den kunde visserligen derföre äfven, i likhet med gehlenit, sammanställas med skapolit; dock synes mig dess något större jern- och magnesiahalt berättiga den att räknas till idokras. Den har f. ö. ett mera petrografiskt än egentligen mineralogiskt intresse.

2. **Turmalin-Cordieritgruppen.**

Turmalin.

Turmalinen motsvarar i krystalloliternas klass nephelinen i geoliternas, och kan i likhet med denna i kristalliseradt tillstånd jemföras med en plagioklas-

tvilling med *ab*-pl. såsom tvillingsyta. I sjelfva verket kommer dess grundrhomboëder-vinkel, hvilken enl. BROOKE's mätningar hos olika färgvarieteter varierar teml. betydligt ($a : b = 46^0\ 50'—45^0\ 53'$), ganska nära motsvarande vinkel ($c : c'$) hos nämnda plagioklastrilling, hvilken för albit är $= 45^0\ 32'$ för anorthit $= 44^0\ 47'$. Att denna rhomboëder med en hufvudaxel nära till skapolitens utgör turmalinens grundform, derför talar dess allmänna förekommande samt kristallernas pelarformiga utsträckning i hufvudaxelns riktning. Man kan genom denna analogi med anorthit-trillingskomplexen äfven få en förklaring öfver den vanliga turmalinens hemiëdriska formbildning i motsats till nephelinens yttre holoëdriska, i det den nämligen, såsom företrädesvis innehållande tvåatomiga radikaler utom de treatomiga, förhåller sig till natrium-aluminium silikatet nephelin på samma sätt som den hemiëdriska kalkfältspaten (se ofvan) till den holoëdriska natronfältspaten.

Grundmolekylen hos turmalin måste dock på grund af JEROFEJEW's, SOLLY's och W. RAMSAY's undersökningar betraktas icke såsom hemiëdrisk utan såsom tetartoëdrisk *), således i öfverensstämmelse med ofvannämnda enkla anorthittrilling. Men likasom man från denna enkla pseudotetartoëdriskt-hexagonala tvillingskomplex genom upprepad tvillingsbildning kommer till en pseudorhomboëdrisk, så hafva vi äfven att tänka oss uppkomsten af turmalinens i allmänhet yttre hemiëdriska formtyp genom tvillingssammansättning af de enkla tetartoëdriska molekylerna.

I enlighet med denna uppfattning af turmalinens grundmolekyler kommer man till den af mig i min afhandling om mineraliernas grundformer (l. c. fig. 14) meddelade kristallokemiska strukturformel, hvilken motsvarar den RAMMELSBERG'SKA formeln för de svarta, gula och bruna turmalinarterna, satt under följande form:

$$3\,[(\overset{\mathrm{I}}{R}_2, \overset{\mathrm{II}}{R})\,(\overset{\mathrm{III}}{R}_2)\,Si\,O_6] + Si\,O_2\,(H\,O, Fl).$$

Denna rhomboëdriska molekylarformel öfverensstämmer med den ofvannämnda för biotiten (samt dymedelst ock med plagioklas-trillingskomplexen), i det att de treatomiga radikalerna motsvara rhomboëderytorna, de två- resp. enatomiga hvarannan (d. ä. en trigonal) protoprisma-yta samt de 3 *Si*-atomerna hvarannan

---

*) Till de af ofvannämnda författare iakttagna turmalinvarieteter med tydligt utbildade tetartoëdriska former kan här anföras den af mig undersökta turmalinen från Nyslott med hemiëdrisk utbildning af skalenoëdern $-\frac{1}{2}R\,3$. (Den finska mineralsaml. l. c. p. 30).

deuteroprismayta, och den återstående 4:de *Si*-atomen bildar kärnmolekyl tillika med fluor och hydroxyl.

I likhet med andra från nämnda plagioklastrilling deducerade hexagonala silikatformer måste äfven denna grundmolekylarform hos turmalin betraktas såsom hemimorf samt företer också en åtskilnad mellan de mot ytorna och kanterna hos grundrhomboëdern svarande protoprismaytorna d. ä. mot resp. a- och ab_3-ytorna hos plagioklas-trillingskomplexen, hvaraf förklaras proto- och diprismats hos turmalinkristallen sönderfallande i tvenne hälfter: ett positivt och negativt trigonalt resp. ditrigonalt prisma. Att denna hemimorfism hos turmalinen uppträder icke blott hos påvuxna utan ock hos invuxna kristaller beror antagligen på att de mot ändytorna svarande treatomiga radikalerna här äro af tvenne slag Al_2 och B_2, af hvilka den förra kan antagas uppträda i den ena (antiloga), den senare i den andra (analoga) ändan af molekylen, såsom äfven af Schrauf antagits (Vergl.-morphol. Studien über die axiale Lagerung der Atome in Krystallen; Zeitschr. für Krystallogr. IX).

Naturenligheten af denna strukturformel ådagalägges af följande sammanställning af de ur densamma beräknade procenttalen med de funna värdena för den svarta turmalinen från Haddam, med abstraherande af den jemförelsevis underordnade alkali- och vattenhalten. De beräknade procenttalen hänföra sig till specialformeln

$$[6\,(Mg\,Al_2\,Si\,O_6) + 2\,Si\,O_2] + [3\,(Fe\,B_2\,Si\,O_6) + Si\,O_2].$$

	Beräknadt.	Turmalin från Haddam enl. Riggs.	Rammelsberg.
12 $Si\,O_2$	35,95	34,95	37,50
6 $Al_2\,O_3$	30,80	31,11	30,77
3 $B_2\,O_3$	10,47	9,92	9,02
3 $Fe\,O$	10,79	11,87	8,54
6 $Mg\,O$	11,98	4,45	8,60
	100,00	$Na_2\,O$ 2,22	1,60
		$H_2\,O$ 3,62	1,81

Om man tänker sig $Mg\,O$ t. e. d. substituerad af $Na_2\,O$ och $H_2\,O$ skilja sig de beräknade talen icke mer från de funna än dessa sinsemellan. Denna olikhet mellan tvenne analyser af en och samma turmalinvarietet visar hvilken betydlig variation i kemiskt hänseende turmalinen till och med från en och samma fyndort är underkastad. Den bildar i detta afseende en pendant till biotiten, med hvilken den ock såsom nämndt i kristallokemiskt hänseende öfver-

ensstämmer, och i hvilken den på grund deraf genom metamorfos kan förvandlas. Till följe af denna variation är det knappast möjligt att uppställa en bestämd formel ens för turmalin från en och samma fyndort, och man måste derför åtnöja sig med formler af mera allmän betydelse. Dock bör märkas att det företrädesvis är de en- och tvååtomiga radikalerna, som sålunda variera, hvaremot förhållandet mellan de treatomiga oxiderna samt kiselsyran är i allmänhet taget mera konstant. Också öfverensstämmer förhållandet mellan $Si O_2$ och $B_2 O_3$ (= 12 : 3) i nyssnämnda formel med det i de efter RAMMELSBERG af RIGGS, WÜLFING och JANNASCH föreslagna allmänna formlerna. Deremot varierar enl. RIGGS $Al_2 O_3$ i det tre typerna, magnesia- jern- och lithionturmalin med resp. molekylartalen 5, 7 och 8. Hvad de två förstnämnda beträffar synes mig talet 6 kunna sättas såsom medeltal, och ofvan anförda formel sålunda tjena såsom gemensamt uttryck för dessa tvenne allmännare förekommande och med hvarandra nära förvandta samt i hvarandra öfvergående turmalinarter, hvilken åtskilnad hufvudsakligen beror på det olika relativa förhållandet mellan $Mg O$ och $Fe O$.

Hvad åter beträffar den i det närmaste talk- och jernfria, färglösa eller röda lithionhaltiga alkaliturmalinen, så kan den uttryckas af nedanstående molekylarförhållande, såsom utvisas af sammanställningen af de deraf beräknade procenttalen med de genom RAMMELSBERG's analys af röd turmalin från Elba erhållna.

	Beräknadt.	Turmalin från Elba.
$9\ Si O_2$	39,11	38,85
$6\ Al_2 O_3$	44,66	44,05
$2\ B_2 O_3$	8,26	9,52
$3\ R_2 O\ (\overset{I}{R} = Li, Na, H,)$	7,97	6,93
	100,00	

Denna sammansättning leder till följande molekylära strukturformel för lithionturmalin

$$(3\ \overset{I}{R}_2)\ (B_2\ 3Al_2)\ Si_6\ O_{27} + (B_2\ 3Al_2)\ Si_3\ O_{18},$$

hvilken öfverensstämmer med RAMMELSBERG's empiriska formel för de färglösa, ljusgröna och röda afarterna; de mörkgröna bilda enl. RAMMELSBERG isomorfa blandningar mellan dessa och föregående. Denna formel utvisar, att lithionturmalinen sjelf utgör en isomorf förening af tvenne hemimorfa molekyler, den ena

alkalihaltig, den andra alkalifri, med elementaratomerna anordnade i analogi med föregående, nämligen de enatomiga elementerna och *Si*-atomerna motsvarande sidorna samt 3 Al_2 i den ena, B_2 i den andra ändan af molekylarkomplexen. Men härvid visar sig den åtskilnad mellan alkalimolekylarformeln och den alkalifria, att den förra innehåller ett dubbelt så stort antal *Si*-atomer som den senare, och således ock förutsätter en sexsidig eller dubbelmolekylarform i förhållande till den, således i likhet med den alkalihaltiga biotiten. Här visar sig sålunda samma åtskilnad mellan molekyler innehållande enatomiga och de med tvåatomiga radikaler, som i det föregående: de enskilda monoklina resp. triklina partialmolekylerna, hvaraf den rhomboëdriska molekylarkomplexen är sammansatt, förhålla sig således hos alkaliturmalinen till de alkalifria såsom den af två enkla molekyler sammansatta dubbelmolekylen hos albit till den af enkla hemiëdriska molekyler bestående anorthiten. Man kunde deraf sluta, att alkaliturmalinen vore hemiëdrisk i motsats till de alkalifria såsom tetartoëdriska.

Beträffande de treatomiga radikalerna skiljer sig den senare formeln från den förra deri, att en B_2-atom svarar mot 3 Al_2-atomer, och således måste tänkas motsvara basiska planet, under det att 3 Al_2 motsvara de tre rhomboëderytorna, d. v. s. hos B_2 går dubbelatomens triangulära angreppsyta parallelt med bas. planets riktning, hos Al_2 parallelt med en grundrhomboëderyta, och i sjelfva verket finner man hos den röda turmalinen bas. planet icke sällan öfvervägande utbildadt; och i allmänhet är i den analoga polen d. ä. den med negativ elektricitet vid afsvalningen vanligtvis flackare rhomboëdrar utbildade, i den antiloga eller vid afsvalning elektropositiva deremot spetsigare rhomboëdrar.

Hvad slutligen de enatomiga radikalerna beträffar, så kan man visserligen i den alkalihaltiga turmalinen genom att multiplicera dess ofvannämnda formel med 3 likasom hos den alkalifria komma till molekyler med endast ett slag af sådana radikaler, d. ä. till fullt rhomboëdriska molekyler. Det är dock möjligt, att hos turmalinen likasom hos biotit en del molekyler äro monoklint resp. triklint utbildade, i det de innehålla 2 resp. 3 olika slag af en- eller tvåatomiga radikaler. Härför synes tala den ofta monoklina eller ensidiga utbildningen hos en del turmalinvarieteters ändformer; en synnerligen tydlig sådan ensidig utbildning visar en turmalinkristall från Tammela (skänkt af lektor A. Rindell till universitetets mineralkabinett) med tvenne större ensidigt utbildade ytor af skalenoëdern R_5. Härför talar vidare den af Jensch (N. Jahrb. 1862) hos turmalin från Penig och Elba iakttagna opt. tvåaxligheten, hvilken kan sammanställas med den redan af Breithaupt (Mineral. 1847) gjorda antydningen om turmalin-rhomboëderns sönderfallande i tvenne delar med något varierande inbördes vinklar.

Men äfven om molekylerna äro lika i alla likartade riktningar eller normalt utbildade, så äro dock i enlighet med ofvannämnda uppfattningssätt deras partialmolekyler att betrakta såsom mono- resp. asymmetriska, hvilket ock visar sig vid kristallernas anomala utbildning i polariseradt ljus, i det de förete mer eller mindre tydlig optisk tvåaxlighet med optiska axelplanet gående antingen normalt eller snedt emot prismaytorna. Också har MALLARD (Expl. phen. opt. anom. 1877) stundom iakttagit en delning af basen i tre sektorer, och deraf slutit till en pseudohexagonal sammanvexning af opt, tvåaxliga (rhombiska) individer. Då emellertid en sammanvexning af rhombiska delar skulle gifva icke en hexagonalt hemiëdrisk utan holoëdrisk komplex är det ofvanför gjorda antagandet af utaf monoklina eller triklina tvillingskomplexer sammansatta delar naturenligare.

Jag har här vid försöket att utreda turmalinens kristallokemiska förhållande i hufvudsak anslutit mig till den äldre RAMMELSBERG'SKA uppfattningen af dess kemiska sammansättning i stället för de nyare af RIGGS, JANNASCH och SCHARIZER framstälda formlerna, i det att det förra men icke de senare låta sammanställa sig med de kristallografiska förhållandena. Och då nu en mängd omständigheter tala för att i sjelfva verket en relation eger rum mellan de qvantitativa kemiska förhållandena och de kristallografiska formförhållandena, så synes mig dessa senare böra kunna anses utgöra ett kriterium för de föreslagna kemiska formlernas riktighet. De RAMMELSBERG'SKA formlerna äro visserligen så till vida mindre noggranna än de senare uppstälda, att i dem de beståndsdelar, som blott utgöra bråkdelar af en procent, icke äro beaktade. Men det måste ifrågasättas huruvida dessa senare verkligen äro af samma betydelse för mineralets konstitution som de i större mängd förekommande. Det synes mig, att man hos mineralierna likasom hos bergarterna har skäl att göra åtskilnad mellan verkligt konstituerande och mindre väsendtliga eller tillfälliga beståndsdelar. Den inpregnation med främmande ämnen som turmalinen ofta visar under mikroskopet, och som till en del torde vara omöjliga att afskilja, gör det nödvändigt att vid bedömandet af de resp. analysernas resultat göra en åtskilnad mellan de i större och de i mindre mängd förekommande beståndsdelarna samt i främsta rummet fästa afseende vid de förra.

Tilläggas må såsom i sin mån talande för riktigheten af dessa molekylära strukturformler, att man derur kan beräkna brytningsexponenten för den extra ordinära strålen hos turmalin, nämligen af de i hufvudaxelns riktning befintliga beståndsdelarna $2\,Al_2O_3 + B_2O_3$ hos brun och svart turmalin samt $3\,Al_2O_3 + B_2O_3$ hos röd turmalin, hvilka, om refraktionseqvivalenten för Al_2O_3 sättes $= 19,7$ samt den för $B_2O_3 = 16,7$ och spec. vigten $= 3,1$, gifva:

$$\frac{2\,.\,19{,}7 + 16{,}7}{2\,.\,103 + 70} = 0{,}203 \text{ hvaraf } \varepsilon = 3{,}1\,.\,0{,}203 + 1 = 1{,}63$$

$$\frac{3\,.\,19{,}7 + 16{,}7}{3\,.\,103 + 70} = 0{,}2 \text{ hvaraf } \varepsilon = 1{,}61.$$

Dessa sålunda beräknade värden öfverensstämma med de af JEROFEJEW och SCHWEBEL funna värdena för $\varepsilon = 1{,}63$ (hos brun och blå turmalin) samt $1{,}61$ (hos rosenröd turmalin från Ural). Den ordinära stålens brytningsexponent låter på grund af de mot sidoytorna svarande, vexlande en- och tvåatomiga radikalerna icke beräkna sig.

Äfven den polära elektriciteten hos turmalinen kan till en viss grad förklaras af olikheten mellan Al_2O_3 och B_2O_3 i grundmolekylens ändpunkter, af hvilka den förra måste betecknas såsom elektropositiv i förhållande till den senare såsom negativt elektrisk. Denna olikhet är antagligen större hos de ljusa röda turmalin-arterna med förhållandet 3 : 1 än hos de mörkare färgade med förhållandet 2 : 1; och i öfverensstämmelse härmed visa sig ock de förra starkare polärt elektriska än de senare. Äfven kan man förutsätta, att olikheten i elektriskt hänseende mellan de tvenne polerna hos en kristall måste ökas i proportion med kristallens bredd, hvilket ock af erfarenheten bestyrkes.

Hos en del svarta turmaliner är olikheten i elektriskt hänseende mellan de båda ändarne af kristallen knappt märkbar, hvilket synes häntyda på att beståndsdelarna i molekylens begge ändar äro lika. Också kommer man genom fördubbling af ofvan anförda specialformel för svart turmalin (Schörl) till 6 hemimorft tetraëdriska molekyler, hvilka kunna kombineras två och två sålunda, att de antingen bilda tvenne hemimorfa dubbelmolekyler (hemiëdriskt rhomboëdriska) och en holomorf sådan, d. ä. med resp. olika eller lika beståndsdelar i molekylens ändar, eller ock alla tre holomorfa. Den kärnmolekyl af $2\,SiO_2$, med dertill sig anslutande fluor och hydroxyl, som dessa dubbelmolekyler innesluta, kunde förklara den i allmänhet ringa grad af anomali, som utmärker de svarta turmalinerna i motsats till de ljust färgade alkali-turmalinerna, hvilket dock äfven kan sättas i samband med de förras halt af metalliska radikaler. Äfven frånvaron eller sällsyntheten af tvillingskristaller hos turmalin talar för en sådan kärn- eller centralmolekyl i enlighet med hvad redan tillförene i detta afseende antydts.

Till turmalin ansluta sig följande fyra hexagonalt kristalliserande, homöomorfa mineralier, hvilka af BRÖGGER (Mineralien der südnorweg. Augitsyenite:

Zeitschr. für Krystallogr. XVI p. 462—489) sammanfattats under den gemensamma rubriken: *Melanocerit-gruppen.*

Cappelinit. Detta sällsynta mineral öfverensstämmer i kristallografiskt hänseende nära med turmalin, om man i st. f. den af BRÖGGER valda spetsigare pyramiden till grundform väljer den äfven af honom tidigare såsom sådan ansedda trubbigare pyramiden (enl. BRÖGGER $= \frac{1}{3} P$), hvarigenom man kommer till hufvudaxeln $c = 0{,}43$. Att den senare med större skäl än den förra bör betraktas såsom grundform framgår af dess öfvervägande utbildning samt af kristallens prismatiska formtyp. Hufvudskilnaden från turmalinkristallen blir då att cappeliniten är till det yttre holoëdrisk och sålunda kan sägas förhålla sig till turmalin såsom granat till helvin.

Äfven i kemiskt resp. kristallokemiskt hänseende kan cappelinit sammanställas med turmalin närmast med alkaliturmalin, om man gifver den BRÖGGER'SKA formeln: $\overset{III}{R}(BO_3) + \overset{II}{R}(SiO_3)$, hvari $\overset{III}{R} = Y(Ce, La, Di)$ samt $\overset{II}{R} = Ba(Ca, Na_2, Ka_2)$, följande form

$$3\,[\overset{II}{R_2}(\overset{III}{B_2}\overset{III}{R_2})\,Si_2O_{12}],$$

hvilken öfverensstämmer med den förra delen af den ofvanföre för alkaliturmalin angifna molekylarformeln, med den skilnad, att hos cappelinit de mot ändytorna svarande B_2 och Y_2, hvilken senare motsvarar Al_2 hos turmalin, hafva lika atomtal i motsats till det olika molekylar-förhållandet (1 : 2 resp. 1 : 3) hos turmalin. Att sålunda i cappelinitformeln ingår blott den del af turmalinformeln, hvilken i förhållande till den andra kunde betecknas såsom motsvarande en högre grad af symmetri, i det att de mot sidoytorna svarande $\overset{II}{R}$- och Si-atomerna i den förra äro till antalet dubbelt så många som de motsvarande i den senare, kunde anses betinga cappelinitens holoëdriska formbildning i motsats till turmalinens hemiëdriska resp. tetartoëdriska. Deremot öfverensstämmer cappelinit med turmalin deri, att i den förra likasom i den senare ingå tvenne olika ändatomer, och man har derföre skäl att antaga att äfven cappeliniten är hemimorf eller olika utbildad i kristallens motsatta ändar, hvilket dock, såsom BRÖGGER l. c. p. 489 anmärker, på grund af att hittills endast en kristall och denna utbildad blott i ena ändan blifvit funnen, icke kunnat iakttagas.

Melanocerit. Hos detta till följe af sin ehuru ringa halt af tunga metalliska beståndsdelar mörkbruna till svart färgade mineral har man på grund af dess tafvelformiga utbildning skäl att till grundform välja den mot cappelinitpyramiden $3P$ svarande rhomboëdern med hufvudaxeln $= 1{,}255$, hvilken ock af

Brögger (l. c.) antagits såsom sådan. De tafvelformiga kristallerna äro t. e. d. monoklint utbildade och förete stundom en tydlig optisk tvåaxlighet ehuru med ringa opt. axelvinkel, hvilket synes mig häntyda på en delning af den rhomboëdriska molekylen i monosymmetriska partialmolekyler i analogi med turmalinmolekylen. I öfverensstämmelse med turmalin är melanocerit likasom äfven cappelinit opt. negativ. Då den nu äfven i likhet med de tvenne nästföljande mineralierna i kemiskt hänseende ansluter sig till cappelinit och turmalin, så synes mig att man kan antaga en likhet äfven i molekylärt hänseende eller anse, att melanoceritmolekylen består af tremne med cappelinit- resp. turmalinmolekylen analoga molekyler förenade i hufvudaxelns riktning, och sålunda förhållande sig till dem såsom glimmer till fältspatsarterna äfvensom leukophan till danburit. Denna större komplikation i afseende på molekylen motsvarar dess större komplikation i afseende på den kemiska sammansättningen, hvarvid de enl. Cleve och Brögger deri ingående fluorföreningarna, i likhet med förhållandet hos turmalin eller snarare i öfverensstämmelse med chondroditmolekylarföreningarna, äro att betrakta såsom kärn- eller centralmolekyler bildande föreningslänkarna mellan de resp. partialmolekylerna.

Karyocerit. Den af Brögger till grundform för detta i tafvelformiga rhomboëdriska kristaller $(R. 0R)$, uppträdande mineral valda rådande rhomboëdern ger axelförhållandet $a : c = 1 : 1{,}185$ samt motsvarar sålunda $-\frac{1}{2}R$ hos melanocerit. Dess kristallers optiska förhållande kan icke utrönas, emedan dess molekylarstruktur i likhet med flere andra på pegmatitgångar förekommande mineralier, innehållande de sällsynta indifferenta oxiderna, genom senare metamosfoserande inverkningar blifvit förstörd eller förvandlad i en amorf isotrop massa.

Tritomit. Detta först såsom tetraëdriskt reguliärt betraktade mineral har af Brögger (l. c.) blifvit bestämdt såsom hemimorft rhomboëdriskt med en tetraëder liknande hemimorf rhomboëder $= 4R$, hvaraf hufvudaxeln för grundrhomboëdern $= 1{,}114$, och bildande rålunda en öfvergångslänk mellan turmalin och cappelinit med $c < 1$ och prismatisk utbildning å ena sidan samt melanocerit och karyocerit med $c > 1$ samt tafvelformig bildning å den andra, ett förhållande som synes hafva sin motsvarighet äfven i kemiskt hänseende (se Brögger l. c. p. 486). Brögger erinrar med anledning af denna tritomitens hemimorfism om den af Websky såsom sannolikt hemimorf bestämda Jeremejewiten ($Al_2 B_2 O_6$), hvars egendomliga optiskt anomala förhållanden blifvit närmare undersökta af Klein (Sitzungsber. der Akad. der Wissensch. zu Berlin XXXII), och närmast synes motsvara milaritens. Detta intressanta mineral har äfven ett särskildt intresse i och för den af mig framstälda uppfattningen af turmalinens

och dess ofvannämnda förvandters molekylarförhållanden. I enlighet med detta uppfattningssätt kan nämligen äfven jeremejewitens hemimorfism förklaras såsom beroende på de tvenne olika elementaratomerna Al_2 och B_2 i de båda ändarne af grundmolekylens hufvudaxelriktning, hvarvid man på grund af molekylens delning i partialmolekyler måste antaga antalet dubbelatomer af hvardera till minst tre. Häraf synes att de redan ensamt för sig utan de hos turmalin och melanoceritarterna tillkomna öfriga elementerna kunna bilda en rhomboëdrisk molekylarkomplex, hvilket åter häntyder på att deras atom- resp. dynamidkomplexer äro antingen sjelfva rhomboëdriska eller såsom ofvan i inledningen antagits oktaëdriska resp. tetraëdriska men till följe af sin treatomighet stälda mot hvarandra i riktning af en oktaëderytnormal d. ä. i rhomboëdrisk ställning och sålunda bildande en motsvarande atomkomplex.

Till melanoceritgruppen och dymedelst ock till turmalin ansluta sig vidare följande rhomboëdriskt hexagonala mineralier.

Eudialyt från Grönland och *Eukolit* från södra Norge äro med hvarandra nära förvandta samt skilja sig hufvudsakligen i optiskt hänseende, i det att den förra är optiskt positiv, den senare optiskt negativ, men förmedlas med hvarandra genom eudialyt från Kola halfön, hvilken såsom W. RAMSAY funnit förhåller sig både optiskt positiv och negativ. Pleochroismen är i motsats till melanocerit men i öfverensstämmelse med turmalin teml. stark.

I kristallografiskt hänseende ansluter sig eudialyten till melanocerit-gruppens mineralier, och dess vanligen tafvelformiga kristaller samt bas. spjelkbarhet häntyda på den mestadels förherrskande oktaëderlika rhomboëdern såsom grundform med hufvudaxel = 2,1, hvilken ock af flertalet författare såsom sådan betraktas.

I kristallokemiskt hänseende låter den af RAMMELSBERG uppstälda formeln:

$$6\,[Na_2\,(Ca,\,Fe)_2\,(Si,\,Zr)_6\,O_{15}] + Na\,Cl,$$

sammanställa sig i afseende på antalet atomer med det hexagonala systemets symmetriförhållanden, hvarvid $Na\,Cl$ här såsom i föregående dylika fall kan betraktas såsom kärn- eller centralmolekyl, omkring hvilken de öfriga partialmolekylerna äro symmetriskt anordnade. Deremot är detta icke fallet med den af BRÖGGER för den norska afarten (eukolit) uppstälda något skiljaktiga formeln.

Katapleit ($Na_2 H_4 Zr Si_3 O_{11}$). För detta till det yttre skenbart hexagonala, men i afseende på sin inre struktur vid vanlig temperatur monoklina mineral har Brögger (l. c.) bestämt hufvudaxeln $c = 1{,}36$, hvilken ock kan sammanställas med den tafvelformiga utbildningen hos kristallerna, men icke med den enl. uppgift prismatiska spjelkbarheten, hvilken senare derföre synes mig böra betraktas såsom afsöndring eller såsom sprickor åtskiljande skilda tvillingspartier, så mycket mer som en egentlig spjelkbarhet icke gerna låter förena sig med den ytterst komplicerade monoklina tvillingsbildning Brögger iakttagit hos detta mineral. Då plattor parallelt med bas. planet vid en temperatur af omkr. 140° visa sig normalt optiskt enaxliga måste enl. Brögger denna monoklina resp. triklina struktur tolkas såsom beroende på en dimorfism hos katapleiten, hvilken sålunda visar sig normalt hexagonal vid högre, anomalt monoklin eller triklin vid lägre temperatur, på grund hvaraf äfven Brögger jemför katapleiten med tridymit. Egendomligt är härvid att denna öfvergång från ett mindre symmetriskt till ett högre symmetriskt tillstånd och tvärtom röjer sig blott optiskt icke geometriskt, hvarföre ock vid förnyad upphettning och afsvalning det ursprungliga tvillingstillståndet städse återställes och icke omvexlar såsom i andra dylika fall t. ex. hos leucit. Detta kan väl icke tydas annorlunda än så att hos katapleit det optiskt eteriska substratet eger en så att säga större rörlighet än det passiva och tröga materiela substratet särskildt det hos de indifferenta elementerna, hvilket icke lika lätt kan fås att öfvergå från det ena till det andra tillståndet.

Katapleiten visar sålunda tydligare än någon af ofvan anförda mer eller mindre anomalt utbildade rhomboëdriska krystalloliter, att dess molekyl består af trenne mot en plagioklastrillingskomplex svarande monoklina eller rättare pseudomonoklina partialmolekyler på samma sätt som tridymitens resp. qvarzens af tre enkla sådana (se ofvanföre: återblick på geoliterna). Att verkligen de af Brögger antagna monoklina delarna ytterst måste tänkas sammansatta af triklina visar den af honom gjorda iakttagelsen, att den hexagonala katapleiten egentligen är att betrakta såsom tetartoëdrisk, således i analogi med nephelin, till hvilken katapleiten äfven i kemiskt hänseende ansluter sig på grund af sin betydliga natriumhalt. Dock synes dess mörka färg och zirkonhalt berättiga den i likhet med eudialyt till en plats närmast turmalin och melanoceritgruppens mineralier. Äfven den omständigheten, att katapleiten enligt Brögger hör till de äldre mineralierna i pegmatitgångarna inom det süd-norska augitsyenitområdet, äldre än leukophan, nephelin och fältspat, talar för att den bör få sin plats inom amphoteroliternas afdelning, alldenstund dessa gångmineralier i

allmänhet visa sig följa den allmänna regeln för mineraliernas paragenesis i en bergart, att de mera metalliska bildats tidigare än de icke-metalliska.

Cordierit (Dichroit, Jolit).

Likasom turmalin i afseende på sina formförhållanden närmar sig en tvillingskomplex af trenne med prismaytorna förenade enkla eller efter *b*-planet tvillingsartadt sammanvuxna plagioklasindivider, så närmar sig, såsom man finner af likheten mellan cordieritens axelförhållande och fältspatens såsom rhombiskt tänkta axelförhållande, cordieritens grundform (se planschen fig. 6) till tvenne sådana förenade med *a*-planet (se min afh. om kristallernas grundformer fig. 13); och den förhåller sig sålunda till turmalin såsom muscovit till biotit, samt kan uttryckas genom en med muscovitformeln (12) analog strukturformel, om man i stället för Ka_2 sätter Mg samt tänker sig 1 mol. $Si\,O_2$ såsom kärnmolekyl i öfverensstämmelse med förhållandet hos jern-magnesiumturmalin. Man kommer härigenom till följande uttryck för cordieritens kemiska konstitution:

$$2\,(Mg\,Al_2\,Si_2\,O_8) + Si\,O_2.$$

För denna förvandtskap eller analogi med muscovit talar vidare likheten i optiskt hänseende (den opt. neg. karakteren samt opt. axelplanets parallelism med *a*-pl.), samt slutligen öfvergången från den förra till den senare genom metamorfos. Man behöfver härvid blott tänka sig Ka_2 och H_2 ersätta Mg d. ä. den elementaratom hvilken befinner sig i ändpunkten af *b*-axeln, och sålunda på ett omkr. dubbelt så stort molekylarafstånd som Si (motsvarande *ab*), samt Al_2 resp. Fe_2 (motsvarande domat ac_2), och hvilken sålunda sammanhålles med hälften mindre kraft än de öfriga elementaratomerna inom molekylarkomplexen.

Affiniteten med turmalin utvisas af deras analoga förhållande till glimmergruppens begge hufvudtyper: på samma sätt som cordieriten öfvergår i muscovit, öfvergår turmalin i biotit resp. muscovit, såsom utvisas af de i glimmer förvandlade turmalin-pseudomorfoserna från Torro i Tammela, hvilka t. e. d. äro så lika de motsvarande cordieritmetamorfoserna (gigantholit, pinit m. fl.) att de, i fall ej kristallformen är tydligt utbildad, med dem kunde förvexlas. — Äfven med granat kan cordieriten sammanställas, i det att den rhombdodekaëdriska granaten i anomalt tillstånd kan tänkas sammansatt af 12 mot cordieritformen svarande hemimorft rhombiska partialformer, hvilka i sjelfva verket förete ett optiskt förhållande analogt med cordieriten, i det de enl. KLEIN äro optiskt negativa med opt. axelplanet parallelt med den längre diagonalen d. ä.

b-axeln hos cordierit. I samband härmed kan märkas att cordieritens ljusabsorbtion är $= b > a > c$ således i öfverensstämmelse med de resp. kristallaxlarnas relativa längd samt omvändt mot elasticitetsriktningarnas storlek, så att den minsta kristallaxeln (c) motsvarar den största opt. elasticitetsaxeln (a) samt företer minimum af absorbtion eller maximum af ljus, den största axeln (b) eller (enl. Des Cloizeaux) den minsta elasticitetsaxeln (c) åter maximum af absorbtion. Äfven i afseende på förhållandet mellan yttre formbildning, spjelkbarhet och axlarnas storlek företer cordieriten den allmänna regeln att längdutsträckningen går parallelt med den minsta axeln (c), spjelkbarheten normalt mot den största (b).

Utom den rhombiska synes äfven en hexagonalt kristalliserande cordierit finnas, förhållande sig till den rhombiska såsom biotit till muscovit, nämligen den såsom en rhombisk cordierittrilling ansedda, i mikroskopiska kristaller förekommande cordieriten i andesit från Cabo de Gata m. fl. vulkaniska bergarter. Då hos den rhombiska cordieriten tvillingskristaller f. ö. äro ytterst sällsynta, ett förhållande som kunde sammanställas med dess halt af en $Si\,O$-kärnmolekyl, och då nämnda trillingsbildning öfverensstämmer i afseende på sin struktur med anomala hexagonala kristaller t. ex. milarit, så synes den mig ock kunna tolkas på samma sätt d. ä. såsom ursprungligen vid högre temperatur hexagonal, vid lägre temperatur söndertallande i en rhombisk trillingskomplex. Tänker man sig dessa pseudohexagonala cordieritkristaller begränsade af mot brachydomaytan ($P\breve{\infty}$) svarande pseudopyramidala plan med normalvinkel $= 58^\circ\,22'$, komma de att nära öfverensstämma med beryllkristaller, hvilka likaledes förete en anomal struktur, antydande en sammansättning af rhombiska subindivider (se längre fram vid beryll).

Af ofvannämnda analogi mellan cordierit och muscovit i kristallokemiskt hänseende kunde man hafva skäl att förmoda, att likasom den senare företer en monoklin anomali så betydlig, att den af flere författare betraktas såsom verkligt normalt monoklin, en sådan monoklin modifikation äfven borde finnas af cordierit. Och en sådan har ock af ing. Tigerstedt blifvit funnen vid Orijärvi, samt af honom inlemnad till universitetets mineralkabinett. Kristallens ytor ($ab\,.\,ab_3\,.\,a\,.\,b\,.\,c\,.\,ac$) äro visserligen ganska ojemna och tillåta icke en närmare bestämning. Dock visar den en tydlig lutning eller afvikelse af några grader från 90° mellan c- och ab-planen. Ännu tydligare visar sig den monoklina symmetrin på den skilnad af några grader, som förefinnes mellan makrodomat ac och de båda prismaytorna på ömse sidor derom, hvilken ännu tydligare visar sig i den betydliga olikheten mellan motsvarande kantvinklar i de resp. planen; a-planet ($\infty P\bar{\infty}$) är sålunda hos denna cordierit klinopinakoïd. Detta vore således ett motsatt förhållande mot det hos monoklin muscovit, der

den kortare axelriktningen utgör klinodiagonalen, hvaraf åter kunde slutas, att icke ac_2-utan bc-normalen motsvarar Al_2 såsom ock synes framgå af jemförelsen med olivin (se denna); möjligen står härmed äfven en variation i optiskt hänseende i samband eller en förändring af det opt. axelplanet från makro- till brachydiagonalt hos en del cordierit.

Äfven en triklin cordierit synes förekomma. Såsom en sådan måste nämligen några mindre väl utbildade, dock tydligt asymmetriska gigantholitkristaller från Härkäsaari i Tammela betraktas, med prismazonen öfverensstämmande med cordierit men med ett snedt deremot lutande basiskt plan med resp. 73^0 och 80^0 vinklar mot de större sidoytorna, hvilka jag funnit bland de större rhombiska cordieritmetamorfoserna derstädes, (Den finska mineralsaml. etc). Härför talar äfven den ofvannämnda analogin mellan cordieritens grundform och anorthittrillingskomplexen: om man nämligen tänker sig de tvenne enkla hemiëdriska anorthitindividerna, hvilka i denna dubbeltrillingsbildning äro förenade med *b*-planet till en pseudomonoklintvilling, förenade med *ab*-pl. såsom sammanvexningsyta, så uppstår ett asymmetriskt parallelipipediskt prisma med resp. 69^0 20′ samt 85^0 50′ vinklar mellan bas. planets och prismaytornas normaler, således närmande sig till de förstnämnda asymmetriska gigantholitkristallerna så mycket man med afseende på den olika sammansättningen kan vänta.

Till cordierit ansluta sig de, såsom närmare påvisats af Wickman (Zeitschrift d. d. geol. Gesells. 1874), deraf härstammande metamorfosprodukterna: *Esmarkit* (Chlorophyllit), *Praseolit*, *Aspasiolit*, *Pyrargillit*, *Bonsdorffit*, *Fahlunit*, *Pinit* m. fl., hvilka hufvudsakligen genom sin större eller mindre vattenhalt och delvis äfven alkalihalt skilja sig från cordierit. Att vid denna cordieritmetamorfos förhållandet mellan lerjord och kiselsyra bibehållit sig väsendtligen lika som hos cordierit och att förändringen sålunda beror på magnesians ersättande af H_2O och $\overset{\mathrm{I}}{R}_2O$ har Rammelsberg visat beträffande den längst framskridna metamorfosen, piniten, hvilken enl. Rosenbusch kan betecknas hufvudsakligen såsom ett aggregat af tät kaliglimmer (sericit). Denna sistnämnda måste sålunda betecknas såsom slutpunkten af cordieritens metamorfos, och de ofvannämnda mellanleden äro väl på grund af den fysiska beskaffenheten att betrakta såsom blandningar af en serpentin- resp. kaolinartad substans med det ofvanföre i „återblick på geoliterna“ antydda alkalisilikatet resp. muscovit samt ännu oförändrad cordierit. Härför talar äfven serpentinens och kaolinens ofvan antydda analogi i kristallokemiskt hänseende med cordierit och muscovit.

Cordieritens metamorfos får icke betraktas såsom en vanlig förvittringsprocess beroende på atmosferiliernas inverkan alldenstund ofta på de ställen,

der dessa cordieritmetamorfoser förekomma, äfven fullkomligt oförändrad cordierit förekommer, och då magnesiahaltiga silikater i allmänhet äro i motsats till kalksilikaterna svårförvittrande, utan måste den betraktas såsom härrörande af efter den tidigare cordieritbildningen i de desamma innehållande bergarterna, pegmatit, granit, gneis etc. senare inpregnerade heta alkalihaltiga solutioner, af hvilkas större eller mindre qvantitet den större eller mindre inverkan blifvit beroende. I detta hänseende förefinnes en stor olikhet mellan den i pegmatitgranit ofta helt och hållet omvandlade cordieriten och den t. ex. vid Orijärvi i gångarten förekommande cordieriten, hvilkens större eller mindre kristaller blott på ytan förvandlats i en serpentinartad substans, hvilket synes tala för att här magnesiahaltiga solutioner inverkat, hvarigenom Al_2 i cordieriten ersats af Mg_3 samt Mg af H_2.

3. **Epidotgruppen.**

Likasom de tetragonala silikaterna samt de rhombiska och monoklina, hvilka i afseende på sin prismavinkel närma sig till dem, förete mer eller mindre likhet med plagioklastvillingskomplexer i *a*-axelns zon och de hexagonala samt de dertill i afseende på kristallernas formtyp sig anslutande bland de rhombiska och monoklina förete analogi med sådana tvillings- resp. trillingskomplexer i *c*-axelns zon, så närma sig epidot och de dertill sig anslutande silikaterna i afseende på vinklarna i hufvudzonerna (*b*- och *c*-axelns zoner) till *b*-axelns zon (den rhombiska zonen) hos fältspatskristallerna, såsom utvisas af följande sammanställning:

Anorthit		$a : c = 64^0\ 4'$ (orthoklas $a : c = 63^0\ 57'$)
Zoisit	(rhombisk)	$ab : \bar{a}b = 63^0\ 34'$
Epidot	(monoklin)	$a : c = 64^0\ 36'$
Orthit	„	$a : c = 64^0\ 59'$
Gadolinit	„	$ab : \bar{a}b = 64^0\ 11'$
Homilit	„	„ „ $= 64^0$
Euklas	„	„ „ $= 65^0$

hvartill kommer den i det föregående anförda datholiten med prisma vinkel $= 64^0\ 38'$.

Zoisit.

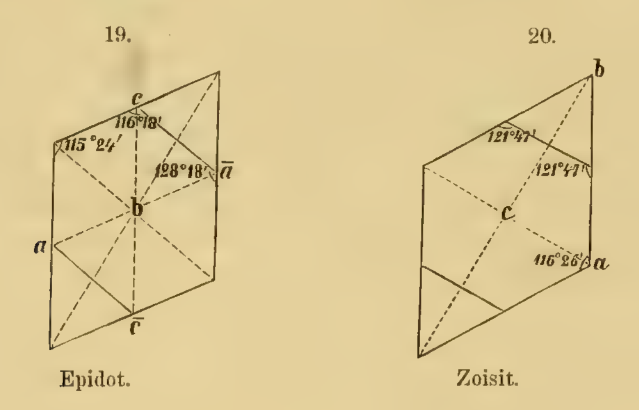
Af de olika försök som gjorts att komparativt sammanställa zoisit och epidot: det af Dana (Min. 5 edit. 292), det af Tschermak (Wiener Akad. 1880

—82. 141) samt det af BRÖGGER (Zeitsch. für Krystallogr. XVI 92) synes mig det förstnämnda, enl. hvilket $ab : a\bar{b}$ hos zoisit tänkes motsvara $a : c$ hos epidot samt $bc : \bar{b}c = 68^0\,54'$ hos den förra $ab\bar{c} : \bar{a}bc = 70^0\,26'$ hos den senare, vara det naturenligaste, särskildt på grund af det ofvannämnda förhållandet till fältspat samt till de öfriga med epidoten förvandta mineraliernas. Zoisitens axelförhållande blir i enlighet härmed

$$a : b : c = 0{,}6196 : 1 : 0{,}6859,$$

och den största axeln kommer att gå normalt mot den tydliga spjelkningsytan (b-pl.) i enlighet med den allmänna lagen för förhållandet mellan spjelkbarhet och axelriktningar.

Följande diagrammer af epidot i b-axelns zon med a- och c-axeln i förhållandet $1{,}58 : 1{,}8$ samt af zoisit i c-axelns zon (bas. planet), visa närmare relationen mellan dem i enlighet med nämnda uppfattningssätt:



Epidot. Zoisit.

Differenserna mellan hufvudytvinklarna hos epidot och de motsvarande hos zoisit blifva i detta fall öfverhufvudtaget lika med dem i den af GROTH, TSCHERMAK och BRÖGGER (l. c.) gjorda sammanställningen, enl. hvilken spjelkningsytan (b-pl.) hos zoisit tänkes motsvara a-pl. (T) hos epidot: man erhåller nämligen i förra fallet diff. $1^0\,2'$, $5^0\,29'$ samt $6^0\,31'$, i senare $0^0\,8'$, $6^0\,23'$ och $6^0\,31'$, hvarvid dock bör märkas, att det egentligen icke är den enkla epidotkristallen utan dess tvillingskomplexer, med pinakoïd- (a och c) eller domaytor (ac och $\bar{a}c$) såsom tvillingsplan, som böra jemföras med zoisitkristallen. Att i förra fallet de tvenne vigtigaste (spjelkningsytorna) a (T) och c (M) hos epidot komma att motsvara de tvenne hufvudytorna (prismaytorna) hos zoisit är äfven ett skäl för antagandet af DANA's uppfattningssätt. Vinkeln $ac : \bar{a}c\,(r) = 81^0\,36'$ hos epidot kommer då att motsvara vinkeln $a : b = 90^0$ hos zoisit, då deremot enligt BRÖG-

GER's åsigt denna senare vinkel kommer att motsvaras af vinkeln $a : ae_2 (i) = 81^0 3'$ hos epidot, hvilken sistnämnde jemförelsevis sällsynta yta af BRÖGGER väljes till bas. plan. Denna maximal-skilnad ($8^0 24'$ resp. $8^0 57'$) mellan epidot och zoisit närmar sig till den ofvanföre vid orthoklas påpekade max. differensen mellan vinklarna i orthoklasens orthodiagonala zon och de motsvarande vinklarna i den dermed sammanstälda reguliära formkomplexen.

TSCHERMAK och GROTH betrakta förhållandet mellan zoisit och epidot såsom en isodimorfism, BRÖGGER åter såsom beroende på en „morfotropi". Att här en dimorfism föreligger synes mig tydligen framgå af öfverensstämmelsen i kemiskt hänseende mellan zoisit och epidot. Skilnaden är att zoisit endast innehåller $Al_2 O_3$, epidot derjemte mer eller mindre $Fe_2 O_3$. Men detta förhållande kan förklaras på samma sätt som det analoga mellan rhombisk pyroxen, som endast innehåller $Mg O$ och $Fe O$, samt monoklin, som derjemte innehåller $Ca O$. Den från anorthitens grundform deducerade grundformen för pyroxen leder till antagandet af att denna senare utgöres af tvenne olika hälfter, i analogi med förhållandet hos orthoklas, den ena hälften innehållande Ca, den andra Mg resp. Fe, hvilken senare hälft fördubblad ger den rhombiska pyroxenformen på samma sätt som den ena hälften af grundformen resp. grundmolekylen hos orthoklas, tvillingsartadt fördubblad, ger muscovitens grundform. I analogi härmed hafva vi att tänka oss epidotens grundmolekyl eller grundform såsom bestående af tvenne olika hälfter, den ena blott innehållande $Al_2 O_3$ och dymedelst förvandt med fältspaten, samt motsvarande den $Ca O$ innehållande hälften af pyroxenmolekylen, den andra åter med resp. Al_2 och Fe_2, motsvarande Mg, Fe-hälften hos pyroxen (se denna), och som på grund af denna sin halt af både metallisk och icke-metallisk radikal kan sammanställas med de med datholit analoga gadolinit och homilit.

Detta antagande bestyrkes af den nedanstående, allmänt antagna formeln för epidot, hvilken i sjelfva verket kan delas i tvenne hälfter, den ena lika med 2 mol. anorthit, den andra analog med datholit resp. gadolinit.

$$\text{Epidot: } H_2\, Ca_4\, (\overset{\text{III}}{R_2})_3\, Si_6\, O_{26} =$$
$$2\, Ca\, Al_2\, Si_2\, O_8 + H_2\, Ca_2\, \overset{\text{III}}{R_2}\, Si_2\, O_{10}.\ (\overset{\text{III}}{R_2} = m\, Al_2 + Fe_2;\ m = 4\text{—}0).$$

En skiljaktighet förefinnes nu visserligen mellan zoisit-epidot å ena sidan samt rhombisk och monoklin pyroxen å den andra. Under det att i senare fallet blott den ena hälften af den monoklina molekylen deltager i uppbyggandet af den rhombiska ingå i förra fallet hvardera, dock i öfverensstämmelse

med olikheten mellan det rhombiska och monoklina systemets symmetriförhållanden, nämligen i förra fallet likhet i senare olikhet framifrån bakåt, hos zoisiten med lika, hos epidoten med delvis olika radikaler. Tänka vi oss nämligen de båda hälfterna motsvara de två delarna på ömse sidor om de längre diagonalerna i ofvanstående diagrammer, så kan hos epidot de båda hälfterna i symmetriplanets riktning på ömse sidor om orthodiagonala genomskärningen innehålla, den ena blott Al_2, den andra Al_2 och Fe_2.

Detta antagande af en diagonal ställning af de tvenne hälfterna hos epidot betingar en annan olikhet mellan förhållandet epidot-zoisit och det mellan monoklin och rhombisk pyroxen: under det att hos denna senare en enkel tvillingsbildning med *a*-pl. såsom tvillingsyta leder till en (hemimorf) rhombisk pyroxenform, måste hos epidot en dubbel sådan tänkas med *ac*- och $\bar{a}c$-planen såsom tvillingsytor. Denna olikhet i morfologiskt hänseende kan sammanställas med en olikhet i optiskt härseende, nämligen att hos pyroxen elasticitetsriktningarna ligga diagonalt i förhållande till *a*- och *c*-planen, hos epidot åter nära parallelt och normalt mot *a*-planet. Deremot gå de af W. RAMSAY iakttagna absorbtionsaxlarna i det närmaste parallelt med nämnda diagonala riktningar *ac* och $\bar{a}c$ hos epidot.

Thulit. Denna manganhaltiga zoisit från Souland i Norge förhåller sig till vanlig zoisit såsom manganepidot till vanlig epidot, och måste betraktas såsom en isomorf blandning af vanlig lerjordszoisit med underordnad jern- samt manganoxidzoisit.

Epidot (Pistazit).

På grund af den stora betydelse epidoten har framför de öfriga i denna grupp, torde det vara skäl att här ännu något närmare betrakta densamma.

Af de olika axelförhållanden, som för epidoten blifvit föreslagna, är det af MARIGNAC och v. KOKSCHAROW det numera allmännast antagna:

$$a : b : c = 1{,}5807 : 1 : 1{,}8057;\ \beta = 64^{0}\ 36'.$$

Detta öfverensstämmer äfven med den allmänna lagen för förhållandet mellan axelriktningarna och den kristallografiska formbildningen samt spjelkbarheten, i det att kristallerna äro utdragna samt spjelkbara parallelt med symmetriaxeln eller den minsta axelriktningen. Följande sammanställning utvisar närmare förhållandet mellan normalerna till grundytorna samt deras reciproka värden eller de motsvarande molekylarkrafterna:

$c' = c\ Sin\ 64^0\ 36' = 1{,}631$; $c_{,} = 0{,}613$.
$a' = a\ Sin\ 64^0\ 36' = 1{,}428$; $a_{,} = 0{,}700$.
$b' = 1$ $b_{,} = 1$.
$\bar{a}c' = c\ Sin\ 51^0\ 42' = 1{,}417$; $\bar{a}c_{,} = 0{,}706$.
$ab' = a'\ Sin\ 35^0 = 0{,}819$; $ab_{,} = 1{,}221$.
$\bar{a}bc' = \bar{a}c'\ Sin\ 35^0\ 13' = 0{,}817$; $\bar{a}bc_{,} = 1{,}224$.

Af de tre pinakoidalformerna äro sålunda $b_{,} > a_{,} > c_{,}$ i enlighet med den kristallografiska utbildningen parallelt med b-axeln och spjelkbarheten: tydlig spjelkbarhet parallelt med c-pl., något mindre tydlig parallelt med a-pl. Att de tre pinakoïderna a, b och c äro att betraktas såsom hufvudytor eller de parallelt med hvilka molekylerna företrädesvis äro anordnade, utvisas icke blott af spjelkbarheten utan ock af den normala utbildningen, i det att i alla zoner former med koeff. 2 följer närmast på den med 1, i motsats t. ex. mot fältspat och amphibol i prismazonerna, i hvilka utbildningen är anormal (FRANKENHEIM). Också kan man hos epidot genom en enkel adition af indices komma från dessa primära grundytor till de sekundära, så t. ex. i zonen $\bar{a}$—c : $\bar{a}c$, $\bar{a}_2c$; i $\bar{a}c$—b : $\bar{a}bc$; i a—b : ab, a_2b, a_3b_2; i a—abc : a_2bc, a_3bc etc.; (Epidot från Heponselkä; F. J. WIIK, mineral. medd. Finska Vet. Soc. förh. XIX).

Denna olikhet mellan den i öfrigt analoga epidoten och orthoklaskristallen beror väl hufvudsakligen på en olika ställning af elementaratomerna i zonerna a—b och c—b. Hos fältspat har i den förra zonen Si-antagligen en rhomboëdrisk ställning med en oktaëderyta liggande i denna zon och betingar derigenom fältspatens pseudohexagonala utbildning i den prismatiska zonen. Hos epidot närma sig vinklarna i denna zon, äfvensom i zonen ac—b till oktaëderkantvinkeln, och de oktaëdriska elementaratomerna hafva derföre sannolikt i dessa epidot-zoner en rhombisk ställning d. ä. med en oktaëderkantriktning parallelt med zonernas hufvudriktning.

Deremot är såsom redan ofvanföre antydts öfverensstämmelsen mellan epidot och fältspat i zonen a—c ganska stor såsom närmare framgår af följande sammanställning mellan epidot och anorthit i denna zon.

Epidot.	Anorthit.
$\frac{1}{3}a : \frac{1}{3}c = 0{,}527 : 0{,}602$	$c : a = 0{,}55 : 0{,}63$
$\frac{a}{c} = 64^0\ 36'$	$\frac{a}{c} = 64^0\ 4'$

Man kan således uttrycka förhållandet mellan epidot och fältspat sålunda, att tre epidotmolekyler förenade i b-axelns riktning motsvara en fältspatsmole-

kyl eller ock att tre af de senare förenade i *a*- och *c*-axlarna motsvara en epidotmolekyl.

Likheten mellan epidot och fältspat (orthoklas) sträcker sig äfven till det optiska förhållandet, i det att den negativa elasticitetsriktningen hos hvardera kommer att ligga nära till motsvarande kristallografiska axel (*c* hos epidot *a* hos orthoklas) dock hos epidot icke i den trubbiga utan såsom hos kalkfältspat i den spetsiga vinkeln $a : c$. Epidot motsvarar f. ö. orthoklas-varieteter med parallelsymmetriskt axelläge.

Man kan sålunda säga, att af de två ofvannämnda delarna, hvari epidoten såväl kristallografiskt som kemiskt kan delas, det är den fältspatsartade delen som dominerar det hela. Den andra, gadolinitartade hälften öfverensstämmer väl i afseende på gadolinitaxlarnas storlek med de motsvarande diagonalerna (*ac*) i den rhomboidala genomskärningen *a*—*c* hos epidot, men icke i afseende på vinklarna, i hvilket afseende gadoliniten ansluter sig till zoisit. Större öfverensstämmelse finnes mellan vinkeln $ac : b = 90^0$ hos epidot samt de motsvarande vinklarna $a : c = 89^0\,27'$ hos gadolinit samt $89^0\,51'$ hos datholit.

Då de med gadolinit isomorfa datholit och euklas, och efter hvad det synes äfven gadoliniten sjelf icke innehåller Fe_2O_3 kunde man förmoda, att äfven den gadolinitartade delen hos epidot kunde sakna denna metalliska beståndsdel, i hvilket fall epidotens sammansättning vore lika med zoisiten. Detta synes äfven framgå deraf, att Fe_2O_3 hos vissa epidotvarieteter nedgår ända till 6 % eller lika mycket som hos en del zoisit. Å andra sidan visar denna jernoxidhalt hos zoisit, att det äfven gifves en jernoxidzoisit förhållande sig till lerjordszoisiten såsom den jernhaltiga hypersthenen till enstatit i den rhombiska pyroxenserien, d. ä. Fe_2O_3 och Al_2O_3 förekomma hos zoisit inom skilda molekyler, hos epidot inom samma molekyl. Detta utvisar, att förhållandet mellan epidot och zoisit måste uppfattas icke såsom morfotropi utan såsom dimorfism, dock med den ofvan antydda inskränkning, som betingas af olikheten mellan de tvenne systemernas symmetriförhållanden.

Buchlandit. Denna epidotvarietet är i kemiskt hänseende öfverensstämmande med vanlig epidot, hvarföre dess egendomliga kristallografiska formbildning eller utsträckningen icke i *b*-axeln utan i *b*-planets riktning måste anses bero icke på en olikhet i de fysiska molekylerna utan de deraf sammansatta kristallmolekylerna, hvilka antagligen hos buchlandit förete en sammanvexning af två eller flere fys. molekyler och således en motsvarande längre utsträckning i *b*-axelns riktning, hvarigenom de erhålla en sträfvan att företrädesvis aggregera sig i de motsatta *a*- och *c*-riktningarna.

Manganepidot (Piemontit) är deremot en kemisk afart, hvars formel i enlighet med ofvan antydda uppfattning af epidotens kemiska konstitution kan skrifvas:

$$2\ Ca\ Al_2\ Si_2\ O_8 + H_2\,(Ca,\ \overset{II}{Mn})_2\,(Al_2,\ \overset{III}{Mn_2},\ Fe_2)\ Si_2\ O_{10},$$

hvilken formel innefattar både den manganoxidhaltiga piemontiten samt den manganoxidulhaltiga manganepidoten från Jakobsberg. Såsom Flink (Mineral. not. II Bih. till Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 13 afh. II N:o 7) anmärker bildar den senare i optiskt likasom i kemiskt hänseende en öfvergångslänk mellan den egentliga piemontiten och epidoten. Det framgår häraf, att utsläckningsvinkeln mot c-axeln (resp. a-planet) ökas med manganhalten från 2° hos epidot till omkr. 7° hos piemontit samt likaså den negativa opt. axelvinkeln från 73° 39′ hos epidot till 86° 49′ hos manganepidot samt öfver 90° hos piemontit, hvilken sålunda blir opt. positiv.

Karpholit. Detta från Schlaggenwald i Böhmen, från Harz och Ardennerna bekanta, i dels parallelt dels radikalt-stråliga aggregater, i greisen eller granit uppträdande mineral bildar tillsammans med följande mineral en grupp anslutande sig till epidot närmast till manganepidot såsom gadolinitgruppen till orthit. Dess formel kan nämligen sättas =

$$H_2\,(H_2\ Mn)\ Al_2\ Si_2\ O_{10},$$

och motsvarar då den ena hälften af manganepidotens molekylarformel, med 1 mol. Mn ersatt af H_2. För denna uppfattning af karpholitens kem. konstitution talar äfven dess kristallografiska förhållande, så vidt dessa af de otydliga kristallindividerna kunna utrönas. Kristallerna äro enl. Groth (Tabell. Uebers.) monoklina samt i likhet med epidotens utdragna i symmetriaxelns riktning, hvarföre de ock af en del författare ansetts för rhombiska: den af Haidinger bestämda „rhombiska“ prisma-vinkeln (68° 33′) torde väl med afseende på de otydliga kristallerna kunna betraktas såsom motsvarande den ofvannämnda för epidotseriens mineralier karakteristiska vinkeln 63°—65°. I optiskt hänseende skiljer den sig från den egentliga epidoten derigenom att opt. axelplanet går normalt mot symmetriplanet, men den ansluter sig härigenom i stället till gadolinit, hvars opt. axelplan visserligen är parallelsymmetriskt, men hvars symme-

triplan i enlighet med det ofvan antagna förhållandet till epidot kommer att gå normalt mot denna senares. Äfven i afseende på dichroismen förhåller sig karpholiten omvändt mot epidot, så till vida som hos den förra den minsta (färglösa) absorbtionsriktningen = den större elasticitetsriktningen går parallelt med symmetriaxeln eller kristallernas längdriktning, i hvilken riktning epidoten företer maximum af absorbtion.

Ardennit. Äfven detta hittills endast från Ardennernas skiffergebit bekanta mineral kan sammanföras med de epidotartade mineralierna närmast med karpholit och manganepidot, till hvilken den på grund af sin rhombiska form kan sägas förhålla sig såsom zoisit till vanlig epidot. Dess formel kan näml. enklast sättas =

$$5\,(H_2\,Mn_2\,Al_2\,Si_2\,O_{10}) + V_2\,O_5,$$

och dess molekyl kan sålunda betraktas såsom bestående af 5 med karpholitmolekylen beslägtade partialmolekyler förenade omkring den 5-atomiga V_2 (resp. vanadyl $V_2\,O_2$, motsvarande hydroxyl $H_2\,O_2$) såsom kärnmolekyl, således i analogi med förhållandet hos topas (se denna), hos hvilken Fl_2 antagligen spelar en motsvarande roll *). Det olika molekylarförhållandet förklarar olikheten i axelförhållande mellan ardennit och zoisit: ardennitens är nämligen enl. v. Rath $= 0{,}466 : 1 : 1 : 0{,}313$ eller nära $= {}^2/_3\,a : 1 : {}^1/_2\,c$ hos zoisit. Den tydliga spjelkbarheten parallelt med *b*-pl., den något mindre tydliga parallelt med *ab*-planen samt den pelarformiga utsträckningen parallelt med *c*-axeln tala för detta axelförhållande såsom uttryck för mineralets grundform resp. grundmolekyl.

Orthit.

Orthiten är isomorf med epidot. Detta utvisas ej blott af dess nära lika axelförhållande:

$$a : b : c = 1{,}5507 : 1 : 1{,}7684\,;\ \beta = 64^0\ 59' \text{ (v. Rath)},$$

utan ock af dess regelbundna sammanvexning i form af kärnkristall med epidot. På grund häraf kan dess sammansättning i enlighet med epidot uttryckas genom formeln:

---

*) I det inledningsvis framstälda elementarsystemet intager V i de tunga metallernas serie samma plats som Fl i metalloïdernas serie.

$$2\,(Ca\,Al_2\,Si_2\,O_8) + H_2\,(Ca,\overset{II}{Fe})_2\,(Al_2, Ce_2, \overset{III}{Fe_2})\,Si_2\,O_{10}.$$

I optiskt hänseende förhåller sig orthit från olika fyndorter ganska olika. Sålunda fann Brögger (Zeitschr. für Krystallogr. XVI p. 99) hos en kristall från Arendal en variation af utsläckningsriktningen i den spetsiga vinkeln $a : c$ från 40° i den innersta delen till 29° i den deromkring liggande zonen, samt 6°—4° i den yttersta zonen, hvilket utvisar en zonar-sammanvexning mellan olika orthitarter omhöljda af en zon af epidot såsom utvisas af de lifliga interferensfärgerna. Äfven det optiska axelplanets läge är variabelt: så t. ex. enl. Brögger (l. c.) hos orthit från Sognswand (Grefsen) i Norge normalsymmetriskt, hos en orthit från Arendal åter parallelsymmetriskt i likhet med epidot, med den negativa bisectrix i den trubbiga vinkeln $a : c$, i likhet med en af Michel Lévy och Lacroix (Bull. Soc. min. 1888) undersökt orthit från dép Finistère. Denna opt. variation kan väl t. e. d. likasom i allmänhet den variabla dubbelbrytningen sammanställas med den förändring i afseende på molekylarstrukturn som orthit i likhet med andra på pegmatitgångar förekommande mineralier innehållande de sällsynta jordarterna undergå, och hvarigenom den slutligen blir fullkomligt amorf och apolar.

Mosandrit. Detta jemte den nära förvandta *Johnstrupiten* i den süd-norska augitsyenit-pegmatiten förekommande och af Brögger (l. c.) närmare beskrifna mineral synes mig bättre än på det af Brögger framstälda sättet kunna sammanställas med zoisit och dymedelst med epidot, om man tänker sig den tydliga spjelkningsytan, orthopinakoiden eller a-pl., parallelt hvarmed kristallerna äro tafvelformigt utsträckta, motsvara b-pl. hos zoisit, såsom utvisas af följande axelförhållande för Johnstrupit enl. Brögger:

$$a : b : c = 1{,}6229 : 1 : 1{,}3594 = 1 : 0{,}6165 : 0{,}8379;\ \beta = 86^0\,55'.$$

Att mosandriten äfven i optiskt hänseende närmar sig det rhombiska systemet utvisas deraf, att den trubbiga bisectrix (enl. Brögger) är nära parallel med vertikal (längd-) axeln samt den spetsiga (pos.) nära normal mot a-planet, hvarföre ock Des Cloizeaux ansett den vara rhombisk. Mosandriten förhåller sig således till zoisit i afseende på a-axeln eller den kortare diagonalen i epidotrhomboïden (19) såsom gadolinit till dessa med afseende på den längre diagonalen, i det dessa axelriktningar hos zoisit och epidot komma att motsvara i de respektive mineraliernas b-axlar. Mosandrit och gadolinit stå således i afseedenpå sina symmetriplan i omvänd ställning till hvarandra.

BRÖGGER har äfven försökt att sammanställa mosandrit och johnstrupit samt den till dem sig anslutande *Rinkiten* från Grönland i kemiskt hänseende med epidot, hvilket dock icke fullständigt låter sig göra med mindre än att man tänker sig 1-, 2-, 3-, 4-atomiga radikaler ersätta hvarandra i en större utsträckning än som från kristallokemisk synpunkt kunde synas berättigadt. Också komma i enlighet med ofvannämnda uppfattning rörande mosandriten och dess förvandlters förhållande till zoisit-epidot i kristallografiskt hänseende, dessa att bilda en särskild underafdelning, skild å ena sidan från epidot-zoisit å den andra från gadolinitgruppen, och man kan sålunda à priori antaga, att den äfven i kemiskt hänseende något skiljer sig från dem, eller bildar en öfvergångslänk mellan dem. I qvalitativt afseende skiljer den sig från öfriga till epidotgruppen hörande mineralier hufvudsakligen genom sin halt af 4-atomiga elementer (*Zr* och *Ti*); vidare skiljer den sig från öfriga epidotartade mineralier genom sin ringa lerjordshalt samt sin betydliga kalk- och alkalihalt. Den synes derföre i st. f. den fältspatsartade hälften innehålla ett enkelt *Ca*-silikat och man kommer sålunda till följande sannolika formel för mosandrit:

$$4\, Ca\, Si\, O_3 + H_2\, (Ca, Na_2)\, (Al_2, Ce_2, Y_2)\, (Ti, Zr, Si)_4\, O_{13}.$$

Gadolinitgruppen ansluter sig till epidotgruppen, i det hithörande mineralier i kemiskt hänseende motsvara ena hälften af epidotens resp. zoisitens sammansättning samt i kristallografiskt hänseende närma sig zoisit såsom följande sammanställning utvisar.

Gadolinit: $Fe\, Be_2\, Y_2\, Si_2\, O_{10}$; 0,627 : 1 : 0,66; $\beta = 89^0\, 27'$.
Homilit: $Fe\, Ca_2\, B_2\, Si_2\, O_{10}$; 0,624 : 1 : 0,64; $\beta = 89^0\, 38'$.
Euklas: $H_2\, Be_2\, Al_2\, Si_2\, O_{10}$; 0,63 : 1 : 0,632; $\beta = 88^0\, 18'$.

Gadolinit och Homilit närma sig äfven i optiskt hänseende, i friskt tillstånd, till det rhombiska systemet, i det den första, pos. medellinien hos dem ligger nära till *c*-axeln, hvarvid dock hos gadolinit opt. axelplanet är parallelsymmetriskt, hos homilit normalsymmetriskt. I afseende på formbildning äro gadolinit-kristallerna vanligen förlängda, de af homilit åter förkortade i hufvudaxelns riktning eller tafvelformigt utbildade, hvarföre hos homiliten hufvudaxeln bör tänkas fördubblad; sannolikt förefinnes dock här samma åtskilnad som hos andra kristaller, att nämligen de invuxna kristallerna förete en dubbelt så stor

hufvudaxel som de påvuxna. En vigtig åtskilnad mellan gadolinit och homilit i kristallografiskt hänseende är den af BRÖGGER (l. c.) påpekade, att hos homilit i likhet med datholit företrädesvis negativa, hos gadolinit åter enl. regeln positiva pyramider uppträda, hvarföre han anser dem hafva bas. planet vändt åt olika håll, ett förhållande, som ock med afseende på de gadolinitartade mineraliernas förhållande till epidotformen kunde uttryckas så, att gadolinitens och homilitens resp. grundformer motsvara hvar sin hälft af denna form i zonen $a : c$, den senare den med fältspat analoga, den förra den mera metalliska delen, hvarvid dock är att märka, att epidot i genomskärningen $a : c$ har ingen symmetririktning, gadoliniten och dess förvandter en samt zoisiten två.

Den variation från ett mera kristalliniskt till ett mindre sådant, ända till ett fullkomligt amorft tillstånd, som gadoliniten visar, härrör såsom W. PETTERSSON (Studier öfver gadolinit; Geol. Föreningens förh. Bd. 12, h. 4) funnit af en förändring i molekylarstrukturn, hvilken genom glödgning, och dervid skeende förglimmande kan återföras till det normala kristalliniska tillståndet, och är sålunda jemförligt med de mera symmetriska silikaternas optiska och kristallografiska anomalier: molekylerna öfvergå härvid från ett oordnadt till ett inbördes ordnadt läge, hvarvid den spec. vigten stiger, i motsats till öfvergången från det kristalliniska till det amorfa tillståndet vid smältning af vissa silikater t. ex. granat. Denna anomali berör dock blott den yttre molekylaraggregationen, icke den inre molekylarstrukturn. Denna senare förete jemte den förra homilitkristaller från Stokö i Langesundsfjorden, hvilka enl. BRÖGGER (l. c.) visa i mikroskopiskt preparat en zonar struktur jemte en egendomlig timglasstruktur såväl i smått som i stort, d. ä. hänförande sig dels till smärre partialkristaller dels till kristallen i sin helhet, och tydligen analog med de i det föregående hos granat och idokras anförda strukturmodifikationerna. Detta häntyder på en regelbunden anordning af molekylerna omkring en eller flere centra, hvilket vid deras sönderfallande i partialmolekyler åstadkommer en motsvarande delning af kristallen i sin helhet, och ter sig såsom en tvillingsbildning af asymmetriska delar med olika förhållande i optiskt hänseende.

Euklas företer till skilnad från gadolinit, homilit och datholit en tydlig spjelkbarhet parallel med b-pl., hvilket talar för en fördubbling af dess b-axel eller en motsvarande molekylarfördubbling, hvarpå äfven förekomsten af orthoprismat a_2b häntyder.

4. Axinit.

Detta temligen isoleradt stående silikat synes mig lämpligen kunna få sin plats inom krystalloliternas klass såsom representant för det triklina systemet.

Närmast ansluter den sig till turmalin, i kemiskt hänseende genom sin borhalt, i fysiskt genom sin pyroelektricitet och sin starka trichroism, stark absorbtion i riktning af kanten, $abc\,(r) : ab\,(u)$, i kristallografiskt genom den snedt eller triklint rhomboëdriska form som bildas af de tre hufvudytorna P, u, r, af hvilkas vinklar $P : u = 44^0\,29'$ och $P : r = 45^0\,15'$ närma sig grundrhomboëdervinkeln hos turmalin, $u : r = 64^0\,22'$ vinkeln $a : c$ hos epidot och fältspat. Anmärkningsvärd är frånvaron af tvillingsbildning hos axinit i jemförelse med rikedomen på tvillingsbildningar hos anorthit och cyanit, hvilket synes häntyda på en mera sammansatt molekylarstruktur än den hos dem, hvarpå äfven den ganska komplicerade kemiska sammansättningen häntyder, i hvilket hänseende axiniten kunde betecknas såsom det mest komplicerade triklina mineral. En förenkling af den RAMMELSBERG'SKA empiriska formeln erhålles genom att skrifva den

$$3\,\overset{II}{R}\,\overset{III}{R_2}\,Si_2\,O_8 + 2\,\overset{II}{R_2}\,Si\,O_4\,(\overset{II}{R} = Ca, Fe, Mn;\ \overset{III}{R_2} = Al_2, B_2)$$

i analogi med åtskilliga andra i det föregående anförda silikater.

Cl. V. STYLOLITER.

Vattenfria silikater med öfvervägande indifferenta radikaler: *Be*, *Al*, *Zr*, *Th*, hvaraf deras föga föränderliga natur betingas; v = föreg., h = 7—8; vanligen pelarformigt eller prismatiskt utbildade.

1. Zirkongruppen.

Zirkon.

Att zirkon bör räknas till silikaterna, icke till oxiderna framgår af det bestämda förhållandet mellan $Zr\,O_2$ och $Si\,O_2$ eller den empiriska formeln $Zr\,Si\,O_4$. Dock står den teml. isolerad inom silikaternas afdelning, hvarföre ock en närmare bestämning af dess molekylarstruktur eller dess förhållande i kristallokemiskt hänseende icke låter sig göra, så mycket mindre som zirkonkristallerna i allmänhet icke förete sådana för den inre molekylarstrukturn upplysande, karakteristiska anomalier, som utmärka åtskilliga andra i det föregående anförda mineralier. Dock kunde den af MALLARD funna analogin mellan af honom i polariseradt ljus undersökta zirkonkristaller samt idokras (wiluit) gifva



anledning att tänka sig zirkonmolekylen sammansatt af 8 resp. 16 partialmolekyler af monoklin eller ytterst triklin form. Detta synes äfven framgå af den regelbundna sammanvexningen mellan små mikroskopiska zirkonkristaller och katapleit (Brögger; Zeitschr. für Krystallogr. XVI p. 105), hvarvid pyramidytorna hos zirkon äro parallela med *c*-pl. hos katapleit samt kanterna mellan pyramid och prisma hos de förra med motsvarande kanter hos den senare. Då nu hvarje pyramid- resp. rhomboëderyta hos katapleit på grund af dess tetartoëdriska natur motsvarar tvenne triklina hälfter, så kan detta antagas vara fallet äfven med pyramidytrummen hos zirkon. Upplysande för molekylarstrukturn hos zirkon äro f. ö. de dermed isomorfa rutil och tapiolit, hvilkas polkantvinklar äro lika med doma- resp. prismavinklarna hos deras isomera rhombiska modifikationer brookit och tantalit och som på grund häraf kunna tänkas sammansatta af 4 rhombiska, resp. 8 monoklina partialmolekyler, hvarpå äfven den sneda pseudomonoklina utbildningen hos cassiterit-pyramider i pegmatit vid Helsingfors häntyder. Att zirkon f. ö. i afseende på den yttre molekylaranordningen eller aggregationen företer det ofta förekommande förhållandet, att molekylerna äro anordnade omkring en centralmolekyl normalt mot de resp. ytorna visar det af Brögger (l. c. Taf. II. fig. 8) afbildade kristallfragmentet.

Zirkonen förhåller sig i afseende på hufvudaxelns relativa längd ($0,_{64}$) till idokras likasom denna till skapolit, och härmed står den kortare prismatiska utsträckningen samt den något oftare förekommande pyramidala formtypen (Erdmannit t. e. d.) i samband. En bestämd åtskillnad synes göra sig gällande mellan den pyramidala och den prismatiska formtypen i zirkonsyenitgebitet i södra Norge, der enl. Brögger (l. c.) den förra företrädesvis uppträder i pegmatitgångarna på öarna i Langesundsfjorden, således närmast gränsen mot silurterrängen, den senare i bergarten vid Fredriksvärn, Laurvig m. fl. orter längre från gränsen, hvaraf synes framgå att den prismatiska typen är tidigare utbildad än den pyramidala och sålunda sannolikt vid en högre temperatur, hvilket äfven framgår af en af Brögger (l. c.) beskrifven zirkonkristall företeende begge typerna den prismatiskt-pyramidala såsom kärna, den pyramidala såsom omhölje.

Thorit. (Orangit).

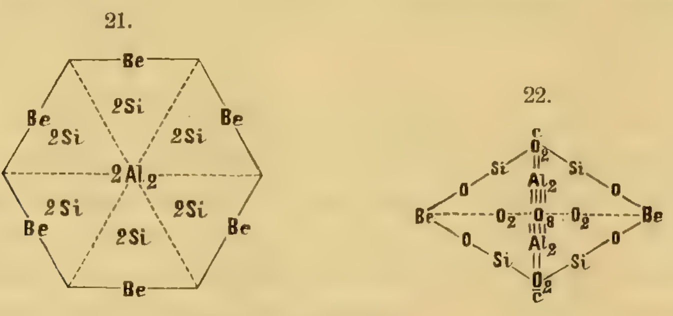
Thorit (brun) och *Orangit* (röd) äro såsom Brögger (l. c.) närmare visat att betrakta såsom tvenne på olika halt af färgande metalloxider beroende färgmodifikationer af ett och samma mineral, således i analogi med den gröna och bruna gadoliniten, eller den svarta och röda pyrargilliten. Detta med zirkon isomorfa mineral ($Th\,Si\,O_4$) har sålunda i afseende på molekylarstrukturn genom

inverkan af metamorfoserande heta solutioner efter kristallbildningen förstörts samt förvandlats till en amorf, apolar, vattenhaltig massa, motsvarande den genom zirkonmetamorfos uppkomna malakonen.

2. Beryllgruppen.

Beryll (Smaragd) är en af de få hexagonala silikater, hvilka måste betecknas såsom verkligt holoëdriska. Kristallernas pelarformiga utsträckning i hufvudaxelns riktning står i samband med hufvudaxelns ringa relativa längd ($c = 0{,}5$ i det närmaste), hvaraf man kan sluta till afplattadt sferoïdiska molekyler med benägenhet för attraktion företrädesvis i hufvudaxelns riktning. Då nu sådana kristaller enl. regeln icke förete basisk utan mer eller mindre tydlig prismatisk spjelkbarhet (så t. ex. de tetragonala skapolit och idokras), så är det sannolikt, att den af åtskilliga författare angifna bas. spjelkbarheten beror på en förvexling med basiska afsöndringsytor, hvilka hos pelarformiga kristaller äro ganska vanliga, beroende på periodiska afbrott i kristallbildningsprocessen. Någon verklig basisk spjelkbarhet har jag icke kunnat finna hvarken hos ädel eller oädel beryll.

I mineral. medd. X (Finska Vet. Soc. förh. XXVII) har jag antydt sannolikheten af att beryllens grundform resp. grundmolekyl utgör en sammanfattning af trenne tvillingsartadt hvarandra genomträngande subindivider resp. partialmolekyler, närmast motsvarande den ofvanför anförda pseudohexagonala cordierit-trillingskomplexen. Såväl beryllens kemiska som kristallografiska och optiska förhållanden tala för riktigheten af detta åskådningssätt. Med antagandet af *Be* såsom tvåatomig radikal, komma vi till formeln $Be_3\,Al_2\,Si_6\,O_{18}$, som fördubblad ger en hexagonal atomkomplex, hvars trenne delar komma att motsvara en rhombiskt cordieritform såsom följande skematiska figur i tvär- (basisk) och längd- (pyramidal) genomskärning utvisar.



Beryll $= 2(Be_3\ Al_2\ Si_6\ O_{18})$.

I den rhombiska (pyramidala) genomskärningen (22) förhålla sig elementaratomerna i afseende på sin inbördes ställning på samma sätt som de motsvarande inom de från fältspaten deducerade kristallokemiska strukturformlerna för cordierit och muscovit. Sålunda motsvarar *Be* de hexagonala prismanormalerna *ab* (= *b* hos cordierit och muscovit) samt *Si* pyramidnormalerna *abc* (= *ab* hos cord. och musc.), och förhålla sig till hvarandra i afs. på sina resp. kristallostatiska konstanter lika med de reciproka värdena till dessa normaler

$$abc' : ab' = Sin\, 29^0\, 57' : 1 = 0{,}499 : 1\ (0{,}5 : 1).$$

2 Al_2 intager centrum i molekylarkomplexen och spelar sålunda rollen af kärnmolekyl; på dess olika bindningssätt beror antagligen olikheten mellan den normala hexagonala och den anomala rhombiska strukturn, i det att i förra fallet de två oktaëdriska Al_2-atomerna sammanhålla hvarandra med en oktaëderyta, i senare fallet med en kantriktning, och sålunda i förra fallet förete rhomboëdrisk, i senare fallet rhombisk ställning.

Detta åskådningssätt rörande beryllens kristallokemiska förhållande bestyrkes af dess anomala optiska företeelser. Beryll företer nämligen, såsom af flere författare, Pfaff, Mallard, Bertrand iakttagits, optisk tvåaxlighet och såsom äfven jag (l. c.) funnit med opt. axelplanet normalt mot protoprismaytorna, samt såsom vanligt hos anomala kristaller tydligare utpräglad vid gränsen än i centrum af kristallplattan, der enl. regeln opt. enaxlighet förefinnes. Detta kan icke tydas annorlunda än såsom en regelbunden anordning af rhombiska partialindivider omkring ett centrum, analogt med milarit, vulkanisk cordierit m. fl. *). Vid upphettning minskas den opt. axelvinkeln, och man har sålunda skäl att anse, att beryll i likhet med så många andra opt. anomala kristaller vid sin bildningstemperatur varit normalt hexagonal men vid afsvalningen delats i rhombiska partialindivider.

För denna uppfattning af berylls molekylarstruktur tala vidare de af mig (l. c.) iakttagna, sedermera af W. Pettersson närmare beskrifna naturliga etsfigurerna hos beryllkristaller från Ural. Dessa förete nämligen till skilnad från nephelins och turmalins asymmetriska etsfigurer på prismaytorna en rhombisk form; och likasom de förra tyda på triklina partialmolekyler, sammansatta till en rhomboëdriskt tetartoëdrisk formkomplex, hvaraf sedan genom molekylär tvil-

---

*) Att den anomala dubbelbrytningen hos beryll icke beror på spänning eller tryck såsom Brauns (Die opt. Anomalien) förmenar, utvisas deraf att, såsom Bücking iakttagit, tryck icke förmår åstadkomma blifvande förändringar i berylls molekylarstruktur.

lingssammansättning uppstå skenbart hemiëdriskt resp. holoëdriskt hexagonala yttre former, så häntyda beryllns rhombiska etsfigurer på en sammansättning af dess molekyler af rhombiska partialmolekyler. Den olikhet hvarmed de resp. ytorna visa sig påverkade af etsmedlet (sannolikt fluorvätesyra) näml. prisma- och pyramidytor i högre grad än bas. planet kan ställas i samband med ofvan antagna olika fördelning af elementaratomerna näml. *Be* och *Si* motsvarande resp. prisma- och pyramidytor samt *Al* bas. planet eller *c*-axelns riktning. Den svårighet åter hvarmed beryllkristallen i sin helhet tagen afficieras af etsningsmedel kan förklaras af de tre beståndsdelarnas indifferenta natur.

Jag har tillförene betecknat förhållandet mellan beryll i det normala tillståndet vid högre temperatur och det anomala vid vanlig temperatur såsom en dimorfism i analogi med förhållandet hos leucit, boracit m. fl. Detta är dock hvad berylln beträffar strängt taget icke riktigt, alldenstund i enlighet med ofvannämnda uppfattning af förhållandet mellan beryllmolekylen i sin helhet och dess tre delar den åtskilnad förefinnes, att partialmolekylen är $= 2\,(Be\,Si_2\,O_5 + Al_2\,O_3)$, beryllmolekylen i sin helhet åter $= 2\,[3\,(Be\,Si_2\,O_5) + Al_2\,O_3]$. Beryllns sönderfallande i partialmolekyler af formeln $Be\,Al_2\,Si_2\,O_8$ förklarar öfvergången i kaolin och muscovit, hvilka i kristallokemiskt hänseende äro dermed analoga, i det att härvid H_2 resp. Ka_2 träder i st. för *Be*.

Bertrandit. Detta först af Bertrand i pegmatit från Nantes, sedermera äfven på flere andra orter funna mineral får naturenligast här sin plats, alldenstund den såväl kemiskt som kristallografiskt ansluter sig till den hypotetiska rhombiska berylln $Be\,Al_2\,Si_2\,O_8$, och talar dymedelst för tillvaron af densamma. Kemiskt kan den sättas $= Be\,Be_3\,Si_2\,O_8 + H_2\,O$, och sålunda betraktas såsom en rhombisk beryll i hvilken Al_2 är ersatt af Be_3 och en mol. $H_2\,O$ tillkommit, således i analogi med beryllns metamorfos i kaolin, vid hvilken metamorfos den sannolikt uppkommit såsom biprodukt att döma af dess förekomst i efter förvittrad beryll uppkomna hålrum af hexagonal form. Att den äfven kristallografiskt nära ansluter sig till nämnda hypotetiska beryllmodifikation visar den nära likheten mellan vinklarna hos dess grundform ($ab = 59^0\,21'$ och $bc = 61^0\,28'$) och dem, som för den förra kunna deduceras ur den hexagonala beryllns kristallform, med antagande nämligen att pyramiden (med vinkeln $59^0\,54'$) hos beryll motsvarar prismat, samt prismat (med vinkeln 60^0) hos beryll brachydomat hos den rhombiska partialformen. Äfven den hemimorfism och tvillings-

bildning som Bertranditkristallerna visa, få sin motsvarighet hos de nämnda rhombiska partialformerna, alldenstund de egentligen äro att betrakta såsom 6 hemimorfa rhombiska individer sammansatta till en holoëdriskt hexagonal trillingskomplex.

3. **Topas.**

Med afseende på analogin med danburit och andalusit har man skäl att till grundprisma välja icke, såsom vanligen sker, det med amphibol- (M) utan det med pyroxen-prismat analoga prismat (l), hvilket också icke sällan är mera utbildadt än det förra. Häraf kommer man med bibehållande af den af v. Kokscharow m. fl. antagna hufvudaxeln till axelförhållandet

$$a : b : c = 1 : 0{,}946 : 0{,}902,$$

hvaraf åter erhålles för normalerna till hufvudytorna (prisma- och doma-ytorna):

$$ab\ (l) = Sin\ 43^0\ 25' = 0{,}6873$$
$$bc\ (f) = 0{,}902\ Sin\ 46^0\ 21' = 0{,}6527.$$

Då nu dessa ytnormaler närma sig hvarandra i afseende på sin storlek samt derjemte i afseende på sin inbördes ställning motsvara de två mot *Al* och *Si* svarande ytorna i den ur anorthitens grundform (planschen fig. 2) härledda, med andalusitformen (pl. fig. 4) analoga pseudorhombiska fyrlingskomplexen, bestående af ytorna *c* och *ab*, så kunde man antaga, att dessa ytor hos topas i afseende på läget motsvara elementaratomerna *Al* (= *ab*) och *Si* (= *bc*).

Detta axelförhållande står dock icke i lagenligt samband hvarken med den kristallografiska formbildningen, ej heller med spjelkbarheten, i det att den pelarformiga utbildningen i hufvudaxelns riktning förutsätter en mindre, den tydliga basiska spjelkbarheten åter en större hufvudaxel. Hvad den pelarformiga utsträckningen beträffar, så kan den visserligen bero på att topaskristallerna vanligen äro påvuxna, med hemimorf kristallmolekyl d. ä. med hälften så stor hufvudaxel (eller dubbelt så stor biaxel) som de invuxna; hos dessa senare eller på alla sidor utbildade kristaller, såsom t. ex. den af mig (mineral. medd. X l. c.) från Ural beskrifna förekommer icke en sådan öfvervägande utbildning i hufvudaxelns riktning, utan visar denna en ungefär lika utbildning i de tre axelriktningarna. I öfverensstämmelse härmed förete äfven enl. regeln de invuxna eller isolerade topaskristallerna från Ural och Schlaggenwald spetsiga

pyramid- och doma-former, de påvuxna t. ex. de från Schneckenstein de mindre spetsiga.

Svårigheten att för topas erhålla ett axelförhållande, som kunde tillgodose både den kristallografiska formbildningen och spjelkbarheten samt tillika den tydligen nära relationen mellan densamma och andalusitgruppens mineralier torde bero på att flere enskilda molekyler lika med andalusitens grundmolekyl äro med hvarandra sammanvuxna till en sammansatt molekylarkomplex, hvilket kan anses betingas af benägenheten hos dubbelatomen Al_2 att bilda dubbelmolekyler. Topasen synes sålunda i likhet med de i det följande närmare betraktade staurolit och chondrodit böra anses ega tvenne grundformer resp. grundmolekyler, en inre analog med andalusitmolekylen, med prismatisk utbildning, samt en deraf sammansatt yttre formkomplex med pinakoidala attraktionsriktningar och relativt större hufvudaxel, hvaraf den normala utbildningen i prismazonen, med prismat a_2b (M) följande närmast på grundprismat ab (l), äfvensom den bas. spjelkbarheten betingas.

För en sådan åsigt talar äfven den kemiska sammansättningen, hvilken i enlighet med RAMMELSBERG's uppfattning för flertalet topasarter kan uttryckas genom formeln

$$5\,Al_2\,Si\,O_5 + Al_2\,Si\,Fl_{10},$$

hvilken om den fördubblas kan uppfattas såsom en förening (en hemimorf molekylarkomplex) af 5 med andalusitmolekylen analoga partialmolekyler ($= 2\,Al_2\,Si\,O_5$) omkring en kärna af $2\,Al_2\,Si\,Fl_{10}$, således i analogi med den ofvanför nämnda Ardenniten.

För denna topasmolekylens sammansatta natur talar den temligen betydliga variationen i topaskristallernas vinklar, hvilken såsom GRÜNHUT visat kan gå till en afvikning af $\frac{1}{2}^0$ från 90^0 af vinkeln mellan c-pl. och sidoytorna, häntydande på en anomal monoklin resp. asymmetrisk molekylarstruktur, äfvensom vidare variationerna och anomalierna i optiskt hänseende, hvilka sistnämnda häntyda på en delning af de enskilda molekylerna i monoklina resp. triklina partialmolekyler, hvilket åter talar för ofvan anförda sammanställning mellan dem och anorthittvillingskomplexen. Sålunda visade redan BREWSTER, att hos gul brasiliansk topas de optiska axlarna icke stå symmetriskt i förhållande till c-axeln. Detta häntyder på ett monokliniskt symmetriplan i opt. axelplanets riktning d. ä. parallelt med den längre axelriktningen (a) enl. ofvan anförda axelförhållande, i hvilken riktning äfven, på grund af nämnda jemförelse med anorthittvillingskomplexen, de enskilda rhombiska molekylerna kunna antagas bestå

af tvenne mot hvarandra vända monoklina partialmolekyler ($2 Al_2 Si O_5$). Vidare visa enl. Des Cloizeaux, Mallard, Friedel m. fl. spjelkningsplattor af denna topas en delning i fem fält, ett centralt rhombiskt med deromkring liggande fyra trapezoidiska fält, med variation såväl af den opt. axelvinkeln som med afseende på axelplanets afvikning åt höger eller venster om det centrala rhombiska fältets diagonaler (biaxlarna), från 3° i detta fält ända till 20° i randfälten, hvilket häntyder på en asymmetrisk form hos de resp. delarna, eller en delning af kristallindividen i sin helhet i fyra triklina delar omkring en likaså delad centraldel, hvilken dock t. f. af en intimare sammanvexning af de triklina delarna mera närmar sig det normala rhombiska tillståndet än de yttre delarna; här visar sig således en motsvarighet med afseende på kristallen i sin helhet mot det ofvan antydda förhållandet hos molekylarkomplexen. Äfven den af Mack (Wiener Akad. 28) funna afvikelsen mellan de optiskt olika delarnas elasticitetsaxlar äfvensom elektriska axlar och de kristallografiska axlarna talar för att de resp. smådelarna äro triklina men liggande symmetriskt två och två d. ä. tillsammans bildande en pseudomonoklin komplex i enlighet med ofvannämnda från anorthiten härledda tvillingskomplex. — Sjelf har jag i gul topas från Brasilien iakttagit på vissa ställen en mindre tydlig interferensbild, i konvergent polariseradt ljus, med opt. axelplanet gående vinkelrätt mot den normala i a-axelns riktning gående, hvilken senare visade en skilnad mellan bisectrix och c-normalen $= 10^0$ samt en skenbar opt. vinkel $(2 E) = 86^0$.

Såsom synes af den af Brauns (opt. Anomalien) gjorda framställningen af nämnda anomala topas motsvara de resp. fälten de yttre ytorna af $0P$ och P på samma sätt som hos granat, idokras m. fl. kristaller. En sådan mot ytorna svarande delning af kristallens inre röjer sig stundom äfven i det yttre såsom Laspeyres (Zeitschr. für Kryst. I) visat hos invuxna topaskristaller från Schlaggenwald, hos hvilka hufvudytorna (f och l) åtskiljas genom fina fåror bildade af ingående vinklar mellan dessa ytor på samma sätt som hos de ofvanför nämnda granatdodekaedrarna från Zermatt.

4. **Andalusit-Staurolitgruppen.**

Sammanställningen af andalusit och staurolit till en grupp är berättigadt såväl på grund af dessa mineraliers förvandtskap i kemiskt och kristallografiskt resp. kristallokemiskt hänseende, såsom nedanföre närmare skall ådagaläggas, som äfven med afseende på deras likhet i paragenetiskt hänseende samt den regelbundna sammanvexningen mellan staurolit och andalusitgruppens triklina representant: Cyanit. Förhållandet mellan staurolit och andalusit kan enklast

uttryckas sålunda att den förra förhåller sig till den senare såsom amphibol till pyroxen.

Andalusit.

Andalusitens axelförhållande är enl. DES CLOIZEAUX:

$$a : b : c = 0{,}9861 : 1 : 0{,}7024 = 1 : 1{,}0142 : 0{,}7123.$$

Andalusiten är sålunda icke isomorf med topas, oaktadt analogin i afseende på dess empiriska formel ($Al_2\,Si\,O_5$) och orsaken härtill är att söka i topasens ofvanför antydda sammansatta molekylarstruktur, bestående af enklare monoklina partialmolekyler i motsats till andalusitens enkla rhombiska molekyler; dock kunna de förra betecknas såsom analoga med de senare, alldenstund de hvardera kunna jemföras med eller härledas ifrån en och samma plagioklastvillingskomplex.

Andalusitens grundform öfverensstämmer ganska nära med en hexaëder i diagonal ställning eller med ytor motsvarande *ab*- och *c*-planen, samt dertill hörande oktaëderytor lika med domaytorna. Detta förhållande äfvensom nämnda sammanställning med plagioklastvillingskomplexen leder till föreställningen, att i andalusitens grundmolekyl ($= 2\,Al_2\,Si\,O_5$) de fyra oktaëdriska aluminiumatomerna äro stälda i rhombisk ställning d. ä. med en kant gående parallelt med andalusitens prismariktning, hvilken motsvarar plagioklasfyrlingskomplexens *c*-plan, samt med en oktaëder-hörnaxel parallel med molekylens *c*-axel, och de två *Si*-atomerna åter, motsvarande *c*-planen, äfvenledes i rhombisk ställning men med en kantriktning parallel med komplexens *c*-axel och sålunda stående till hvarandra i *c*-normalen i samma förhållande och på samma afstånd som *Al*-atomerna i *ab*-normalernas riktning, samt med tvenne ytor motsvarande domat *ac* eller *bc*, hvilkas vinklar ($70^0\,56'$) resp. $70^0\,9'$ nära öfverensstämma med en oktaëder kantvinkel ($70^0\,32'$) och äfven närma sig till motsvarande vinkel i ofvannämnda tvillingskomplex af anorthit. På detta sätt förklaras den tetragonala formtypen i prismazonen, den oktaëdriska i doma-zonen samt den något olika längden af biaxlarna genom den olika längden af de parallelt med biaxlarna gående oktaëderriktningarna. Härigenom uppkommer nu en prismatisk formbildning jemte spjelkbarhet, härrörande af de fysiska molekylernas aggregation parallelt med prismaytorna, hvilka attraktionsriktningar dock hos de af dessa molekyler sammansatta kristallmolekylerna synas öfvergå till pinakoïdala, alldenstund utbildningen i prismazonen (i motsats till den hos pyroxen) är normal,

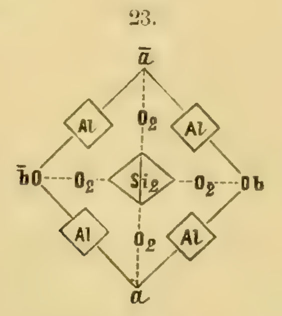
d. ä. med prismerna a_2b och ab_2 följande närmast efter ab i analogi med förhållandet hos topas.

Den från en del analyser af Rammelsberg härledda formeln $Al_8\,Si_9\,O_{42}$ talar för att äfven hos andalusit mera komplicerade molekyler förekomma med 8 partialmolekyler förenade omkring 1 mol. $Si\,O_2$ såsom kärnmolekyl. Denna molekylarkomplex motsvarar en pseudotetragonal anorthit-tvillingskomplex, bestående af 8 triklina individer med doma- och pinakoïdytor såsom tvillingsytor i analogi med den mot skapolit- och idokrasformen (fig. 6 pl.), men med de mot *Al* svarande *c*-ytorna i st. f. de mot *Ca* svarande *b*-ytorna utåt riktade.

En del analyser utvisa äfven *Ca*, *Mg* och *Fe*, hvilka af Grünhut (Zeitschr. für Krystallogr. IX) betraktas såsom verkligen hörande till mineralets konstitution, hvilket i sådant fall kunde förklaras såsom beroende på en inblandning af homöomorfa pyroxenmolekyler. Deremot härrör väl den varierande alkali- och vattenhalten af inblandad glimmer, hvilken icke kan betraktas såsom uppkommen genom metamorfos af andalusit på grund af dennes betydliga åtskilnad från glimmer i kristallokemiskt hänseende utan såsom en genom impregnation vid bildningsprocessen i den kristalliniska glimmerskiffern förorsakad förorening. En verklig metamorfos af andalusit är väl deremot den i cyanit, alldenstund denna helt enkelt kan tänkas bildad genom sönderdelning af de mera sammansatta andalusitmolekylerna.

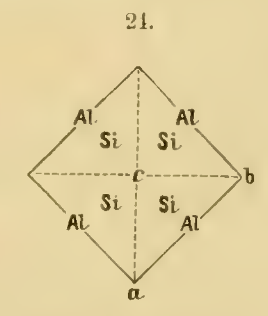
Chiastolit. Den egendomliga chiastolitstrukturn, hvilken icke kan betraktas såsom en vanlig tvillingsbildning, förklaras deremot lätt genom nämnda sammanställning mellan andalusitmolekylen och en plagioklasfyrlingskomplex, i det att chiastolitkristallens fyra delar motsvara de fyra delarna i den centrala grundmolekylarkomplexen, hvilken hos chiastolit på grund af dess bildning i ett jordartadt medium redan vid sjelfva bildningen delat sig i fyra delar, till hvilka sedan regelbundet motsvarande partialmolekyler fogat sig. Följande skematiska molekylarformler kunna tjena till att förtydliga detta uppfattningssätt rörande andalusitens och chiastolitens inre molekylarstruktur.

23.



Andalusit: $2\,Al_2\,Si\,O_5$.

24.



Chiastolit: $2\,Al_2\,Si_2\,O_7$.

Sillimanit. (Fibrolit).

Detta trots sin allmänna förekomst i gneisformationens bergarter, ännu på grund af bristen på ändytor samt sin otydliga kristallisation i allmänhet ofullständigt kända mineral ansluter sig såväl kristallografiskt som kemiskt till andalusit men skiljer sig genom sin tydliga pinakoïdala spjelkbarhet, samt i samband dermed genom sin spetsiga prismavinkel af omkr. 69°, enl. en annan uppgift omkr. 60°; derjemte anföres äfven ett annat sekundärt prisma, som hänfördt till det förra såsom grundform blir $a_3 b_2$ ($\infty \bar{P}^3/_2$) med en vinkel (88° 15′) närmande sig till andalusitens grundprisma-vinkel. Detta häntyder på en rhombisk eller rhomboëdrisk ställning hos aluminiumatomerna i prismazonen eller ock på en sammanvexning af två enkla molekyler till en i normalen till spjelkningsplanet förlängd dubbelmolekyl i analogi med staurolit. Kristallsystemet är vanligen rhombiskt, men äfven monoklin utbildning uppgifves hos en sillimanitart från N. Amerika.

Äfven i kemiskt hänseende företer sillimaniten en variation i afseende på förhållandet mellan $Al_2 O_3$ och $Si O_2$, på grund hvaraf man kommer till följande tvenne hufvudarter:

$(Al_2)_2 Si_2 O_{10}$ (egentlig sillimanit),
$(Al_2)_2 Si_3 O_{12}$ (Xenolit),

hvilken sistnämnda häntyder på ännu en länk: $(Al_2)_2 Si_4 O_{14}$ (= chiastolit), hvilken i förening med den förstnämnda bildar mellanlänken i denna homologa serie. Man kommer sålunda äfven från kemisk synpunkt till antagandet att sillimanitens molekyl utgör en dubbelmolekyl bestående antingen af tvenne lika andalusitartade molekyler och då företeende en rhombisk form eller tvenne olika i hvilket fall komplexen blir monoklin.

För en sådan åtskilnad mellan sillimanitens och andalusitens molekylära konstitution talar äfven åtskilnaden i optiskt hänseende. Hos andalusiten sammanfaller den största, hos sillimaniten den minsta opt. elasticitetsaxeln med längdriktningen (c-axeln), och då denna elasticitetsaxel utgör bisectrix eller medellinie för den mindre opt. axelvinkeln är således andalusiten opt. negativ, sillimaniten opt. positiv. Vidare skiljer sig sillimaniten genom starkare dubbelbrytning d. ä. större åtskilnad mellan den opt. elasticiteten i de resp. hufvudriktningarna än andalusiten.

Dumortierit. Detta genom sin blå färg utmärkta lerjordssilikat ($Al_8 Si_3 O_{18}$) ansluter sig i afseende på formen och den ehuru mindre tydliga pinakoïdala spjelkbarheten till sillimaniten; härigenom äfvensom genom sin prismavinkel (56°)

bildar den äfven en analogi till rhombisk amphibol (anthophyllit). I optiskt hänseende synes den dock närmare ansluta sig till andalusit, i det den negativa (större) opt. medellinien går parallelt med c-axeln; de båda mindre elasticitetsaxlarna, att döma af den ringa opt. vinkeln nära lika stora, gå följaktligen parallelt med biaxlarna. I afseende på ljusabsorbtionen är, i motsats till den allmänna regeln, den minsta ljusintensiteten eller maximum af „absorbtion" öfverensstämmande med c-axeln eller maximum af opt. elasticitet. Här synes sålunda såsom hos epidot m. fl. färgen icke stå i samband med eterelasticiteten.

Detta förhållande synes häntyda på berättigandet af den gamla Brewster'ska läran om tre olika färger samt motsvarande arter af den optiska etern, hvilka kunna verka ensamt för sig eller alla tillsammans och då åstadkomma det hvita ljuset. I enlighet härmed kan man nu anse, att den blå färgen hos dumortierit och andra blåfärgade lerjordssilikater icke tillhör mineralet sjelf, hvilket är färglöst utan en inpregnerad främmande substans, hvars molekyler företrädesvis äro anordnade i längdriktningen eller den starkaste attraktionsriktningen, hvarföre ock en större eterelasticitet i denna riktning än i de deremot rätvinkliga förefinnes; och vi hafva sålunda att hos dumortierit skilja mellan tvenne slag af eter: den till hufvudsubstansen hörande eller af alla tre slagen af eter bestående och den som betingar den blå färgen hos den färgande substansen. För detta antagande talar äfven, såsom cyaniten visar, den ojemna fördelningen af den blå färgen.

I kemiskt hänseende förhåller sig dumortierit till xenolit likasom den ofvan anförda strukturformeln för chiastolit till den för andalusit, hvilket häntyder på en mot sillimanit-xenolitserien svarande serie af lerjordssilikater med $(Al_2)_1$ i st. f. $(Al_2)_2$, och i hvilken dumortierit utgör den mellersta länken.

Staurolit.

Om man fördubblar det för staurolit antagna axelförhållandet, $0{,}48 : 1 : 0{,}68$ kommer man till förhållandet

$$a : b : c = 0{,}96 : 2 : 1{,}36,$$

hvilket temligen nära öfverensstämmer med förh. $a : 2\,b : 2\,c$ hos andalusit; d. ä. staurolitmolekylen kan sättas lika med 4 mol. andalusit förenade två och två i b- och c-riktningarna. Men äfven en annan relation förefinnes mellan staurolit och andalusit d. ä. den af Mallard påpekade likheten mellan staurolitens grundform och en hexaëder i rhombisk ställning, således i analogi med förhål-

landet hos andalusit, om man i ofvannämnda axelförhållande för staurolit sätter $b = \frac{2}{3}$, hvarigenom (efter reduktion af b till enheten) erhålles:

$$a : b : c = 0{,}70 : 1 : 1{,}02,$$

hvilket är $= c : a : b$ hos andalusit.

Det förstnämnda axelförhållandet står i samband med staurolitens formutbildning i prismazonen, i det att staurolitprismat $ab = 51^0\,18'$ motsvarar prismat a_2b ($\infty P2$) hos andalusit ($= 52^0\,30'$), och i allmänhet med staurolitens yttre formbildning, under det att det senare står i öfverensstämmelse med den inre strukturn eller tvillingsytorna b_3c_2 ($\frac{3}{2}\breve{P}\infty$) samt $a_2b_3c_2$ ($\frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$), hvilka icke uppträda såsom kristallytor, och hvilka genom att hänföras till detta axelförhållande erhålla de enklare och naturenligare uttrycken bc ($\breve{P}\infty$) och abc (P). Detta utvisar, att de tvenne axelförhållandena hvardera hafva berättigande såsom uttryck för staurolitens molekylarstruktur, eller med andra ord, att staurolitens molekyl består af tvenne delar, en inre och en yttre, hvardera bestående af en komplex af partialmolekyler analoga med andalusitmolekylen, förenade med hvarandra genom dubbelatomen Al_2 på sådant sätt, att den inre andalusitmolekylens c-axelriktning (= en pseudohexaëdrisk ytaxel) motsvarar den yttre komplexens a-axel (= den pseudohexaëdriska kantaxeln). Då nu den inre molekylarkomplexen betingar tvillingsbildningen, i det dess pseudohexaëderytor motsvara tvillingsytorna af $\frac{3}{2}\breve{P}\infty$ och dess pseudododekaëderytor de af $\frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$, så måste till denna komplex af minst 4 partialmolekyler, motsvarande hvar sin af de fyra hemimorfa i det närmaste rätvinkligt eller korsformigt stälda tvillingsindividerna, ett dubbelt så stort antal yttre partialmolekyler ansluta sig, delade genom ett symmetriplan i tvenne hälfter på hvar sin sida om centralmolekylarkomplexen. De hemitropiska tvillingsbildningarna antyda här likasom i allmänhet att blott den innersta central-molekylarkomplexen hos kristallen befinner sig i tvillingsställning, och till denna foga sig de öfriga molekylerna i parallel ställning i de resp. attraktionsriktningarna, företrädesvis i riktning af de minsta axlarna a och c, motsvarande de största attraktionsriktningarna. Staurolitmolekylen kommer sålunda i enlighet med denna åsigt att utgöras af minst 12 mot andalusitmolekylen svarande partialmolekyler.

Denna komplicerade molekylarstruktur motsvaras af den betydliga komplikation i kemiskt hänseende stauroliten visar, hvilket jemte svårigheten att erhålla rent material gjort, att dess kem. konstitution ännu ej kan sägas vara definitivt bestämd. I de tre för stauroliten uppstälda formlerna, den älsta (I) af RAMMELSBERG, (II) den af COLORIANO samt den nyaste (III) af FRIEDL:

I. $H_2\,R_3\,(Al_2)_6\,Si_6\,O_{34}$; II. $H_2\,Fe_2\,Al_{12}\,Si_5\,O_{31}$; III. $H_4\,(Fe,\,Mg)_6\,(Al,\,Fe)_{21}\,Si_{11}\,O_{66}$,

motsvarar antalet *Al*-atomer den ofvan anförda åsigten om staurolitens molekylarkonstitution, hvaremot det relativt i förhållande till *Al* mindre antalet *Si*-atomer kan förklaras sålunda, att den inre molekylarkomplexen (kärn- eller centralmolekylen) består af endast *Al*-atomer fördelade i staurolitmolekylens *a*-axelzon, hvarjemte det variabla antalet *Mg*- och *Fe*-atomer talar för, att dessa icke ingå i den egentliga staurolitmolekylarkomplexen, hvilken utgöres af endast $Al_2\,Si\,O_5$-molekyler, utan bilda särskilda molekyler ($R\,Si\,O_3$), hvilka på grund af homöomorfismen mellan andalusit-staurolit samt pyroxen-amphibol kunna tänkas förenade med de förra till isomorfa blandningar.

Äfven det opt. förhållandet hos staurolit står i öfverensstämmelse med nämnda antagande, i det att den största opt. elasticitetsaxeln hos staurolit motsvarar *a*-axeln eller den mot den största elasticitetsriktningen hos andalusit svarande *c*-axeln. Staurolitens större brytningsexponent och större spec. vigt än andalusitens beror väl på dess större jernhalt.

Ehuru man nu visserligen icke kan närmare bestämma staurolitens egentliga molekylarkonstitution och dess förhållande till andalusit, så framgår dock af det ofvannämnda, att en sådan relation verkligen existerar, hvilken i allmänhet kan sägas motsvara den emellan rhombisk amphibol (anthophyllit) och rhombisk pyroxen (bronzit).

De Grönländska mineralierna, den rhombiska *Prismatin* (Kornerupin): $Mg\,Al_2\,Si\,O_6$ samt den monoklina *Saphirin:* $Mg_5\,Al_{12}\,Si_2\,O_8$ (Ussing) ansluta sig till andalusit och staurolit, bildande en öfvergång från dem till cyanit. Den förra liknar sillimanit, men med prismatisk spjelkbarhet; den senares axelförhållande är $a : b : c = 0{,}65 : 1 : 0{,}93$, $\beta = 79^0\,30'$, ett förhållande, som närmar sig pyroxenens, äfvensom det hos den dermed analoga pseudomonoklina anorthittvillingskomplexen, om man nämligen i nyssnämnda axelförhållande ombyter axlarna *a* och *c*. Men äfven till staurolitens axelförhållande kan man finna ett närmande. Man kunde derföre tänka sig saphirinens molekyler utgöra en förening mellan ett aluminiumsilikat motsvarande halfva staurolitmolekylen och ett dermed analogt magnesiumsilikat, förenade i *a*-axelns riktning till en monosymmetrisk formkomplex. Anmärkningsvärd är den ringa benägenheten hos *Al*-silikaterna att bilda monoklina formkomplexer, hvilket först genom tillkomsten af *Mg*-silikatet möj-

liggöres, i det att härigenom molekylarkomplexen kommer att bestå af tvenne olika hälfter eller förete monosymmetri.

Cyanit (Disthen).

Denna triklina representant ($Al_2\,Si\,O_5$) af andalusit-staurolitgruppen kan i afseende på sin grundform à priori jemföras med fjerdedelen af den mot andalusit svarande anorthit-fyrlingskomplexen, hvarvid den tydligaste spjelkningsytan (M) kommer att motsvara *ab*-pl. hos andalusit och det mot *Al* svarande *c*-pl. hos plagioklas, samt vidare *a*-pl. hos plagioklas den mindre tydliga spjelkningsytan hos cyanit (P). Deremot har den tredje hufvudytan hos cyanit icke någon egentlig motsvarighet hos plagioklas, men kommer dock närmast, i afseende på läget, till *b*-pl. I enlighet härmed närma sig åter de mellanliggande ytorna *r* och *l* hos cyanit, i afseende på sitt läge till *M*, domaytorna eller tvillingsplanen i Baveno-tvillingskomplexen. I öfverensstämmelse med denna allmänna likhet mellan anorthit och cyanit kan man äfven jemföra deras tvillingsbildningar på följande sätt:

	Cyanit.	Plagioklas.
Tvillingsaxel:	normalen till M	Manebacher-tvilling.
„	normal. till kanten $M:T$	Albit- „
„	kanten $M:T$	Periklin „
„	normalen till P	Karlsbader „

Skilnaden är blott den att till följe af att hos cyanit saknas ett plan fullt motsvarande *b*-pl. hos anorthit detta hos cyanit kommer att motsvaras af en kantriktning. ($M:T$).

Beträffande slutligen beteckningssättet för ytorna, synes det med afseende på ofvannämnda relation till andalusit naturligare att beteckna *M* och *T* såsom prisma-plan (*ab* och *ab*) samt *r* och *l* såsom pinakoïdplan än tvärtom; betraktade dock i och för sig har visserligen beteckningen af spjelkningsytorna hos cyanit såsom pinakoïdplan skäl för sig, i likhet med de motsvarande hos anorthit. Den kristallografiska utbildningen hos cyanit företer i detta afseende analogi med den hos rhodonit och babingtonit, hos hvilka äfvenledes spjelkningsytorna kunna betraktas antingen såsom pinakoïd- eller prismaplan, allt efter som de betraktas i och för sig eller med afseende på deras relation till pyroxen.

Cl. VI. METALLOLITER.

Vattenfria silikater företrädesvis med *Ca*, *Mg*, *Fe*, *Mn* m. fl. tunga metalliska radikaler; v = 3—3,5, h = 5—7.

1. Pyroxen-Amphibolgruppen.

Triklina arter.

Rhodonit. Rhodoniten ($Mn\,Si\,O_3$) betraktades af GROTH (Tabell. Uebers. d. Mineral.) samt sedermera af FLINK (Öfvers. af Vet. Akad. Förh. 1885. N:o 6) såsom nära förvandt i kristallografiskt hänseende med monoklin pyroxen, hvilket synes af följande sammanställning af deras axelförhållande med antagande af spjelkningsplanen hos rhodonit såsom prismaplan:

Rhodonit $a : b : c = 1{,}07 : 1 : 0{,}62$; $\alpha = 103^0\,18'$, $\beta = 71^0\,16'$, $\gamma = 81^0\,39'$
Pyroxen „ $= 1{,}09 : 1 : 0{,}58$ $\beta = 74^0\,11'$

Ännu närmare kommer rhodoniten till den rhombiska pyroxenen (enstatit) enl. den af HJ. SJÖGREN (Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd. 5) valda grundformen:

Rhodonit $1{,}078 : 1 : 0{,}603$; $\alpha = 94^0\,39'$, $\beta = 89^0\,9$, $\gamma = 92^0\,26'$
Enstatit $1{,}031 : 1 : 0{,}589$.

Denna grundform synes dock mindre naturenlig såsom de deraf härledda komplicerade symbolerna för de resp. sekundära ytorna utvisa. Naturenligast synes derföre den af A. HAMBERG (Mineral. studien: Geol. Fören. Förh. 13. 552) valda grundformen vara, hvilken utgör en förmedling af de tvenne förra uppfattningssätten, i det att i likhet med FLINK's åsigt de allmännare förekommande formerna (*c*, *b*, *k*, *n*) äro lagda till grund för axelförhållandet, dock uppfattade icke såsom prisma- och pyramidytor utan i närmare öfverensstämmelse med SJÖGREN's uppfattning såsom pinakoïd- och domaytor. Det axelförhållande man på sådant sätt kommer till visar såsom HAMBERG (l. c.) anmärker en nära öfverensstämmelse med wollastonitens, såsom följande sammansättning utvisar:

Rhodonit $1{,}147 : 1 : 0{,}456$; $\alpha = 85^0\,16'$, $\beta = 68^0\,24'$, $\gamma = 86^0\,4'$.
Wollastonit $1{,}114 : 1 : 0{,}483$ $\beta = 69^0\,48'$.

Denna nära öfverensstämmelse mellan rhodonit och wollastonit i kristallografiskt hänseende förklarar den nära förvandtskapen i kemiskt hänseende mellan $Mn\,Si\,O_3$ och $Ca\,Si\,O_3$, i det de kunna förenas till isomorfa molekylarföreningar utan synnerlig förändring i kristallformen, såsom fallet är med rhodonit t. e. d. och särskildt med den s. k. *Bustamiten* ($2\,Mn\,Si\,O_3 + Ca\,Si\,O_3$). Man har sålunda allt skäl att anse, att rhodoniten äfven i kristallokemiskt hänseende nära ansluter sig till wollastonit och sålunda på den förra tillämpa samma betraktelsesätt som ofvanför på wollastonit, och kommer derigenom till åsigten om att likasom wollastonitens molekyl är att betrakta såsom hälften af spodumenens, eller såsom hemimorf i förhållande till denna, så äfven rhodonit-molekylen i förhållande till monoklin pyroxen, och då denna senare åter i sin enklaste form kan betraktas såsom hälften af den rhombiska pyroxenens grundform, så kommer sålunda rhodonitmolekylen i sin enklaste form att blifva fjerdedelen af den hos rhomb. pyroxen eller förhålla sig dertill såsom cyanit till andalusit. Äfven i afseende på läget af den positiva radikalen inom rhodonitmolekylen kommer man till en analogi med den för *Al* inom cyanitmolekylen, i det att den hos wollastonit mot dess *b*-pl. (symmetriplanet) svarande *Ca* (resp. *Mn* hos rhodonit) kommer att hos denna senare motsvara ett plan, hvilket i förhållande till pyroxen är att betrakta såsom prismaplanet $a\bar{b}$ ($= c$ enl. det för rhodonit antagna allmänna beteckningssättet, se NAUMANN-ZIRKEL: Lehrb. der Mineral.); detta plan utmärker sig hos rhodonit genom sin spjelkbarhet, sin starka glans samt sin ofta öfvervägande utbildning öfver de öfriga, så t. ex. hos rhodonit från Harstigen enl. HAMBERG (l. c.). Härvid är dock att märka, att det mot Al_2 svarande spjelkningsplanet *M* hos cyanit ($= c$-pl. hos anorthit, *a*-pl. hos wollastonit) svarar mot det andra spjelknings- resp. prismaplanet *ab* hos rhodonit (se vidare om babingtonit).

Förhållandet mellan wollastonit och rhodonit kan sålunda i korthet betecknas så, att wollastonit är hemimorft-monoklin, rhodonit hemiëdriskt-triklin, men i öfrigt med nära lika axelförhållande. Orsaken till denna olikhet i afseende på kristallsystemet bör väl sökas i de resp. elementaratomernas olikhet, hvilken åter i enlighet med den inledningsvis framstälda kristallokemiska elementarteorin hufvudsakligen är att söka i olikheten hos centraldynamiderna: dyn. 1 hos *Mn*, 2 hos *Ca*, och deras på grund deraf olika ställning till öfriga elementer inom atomkomplexen. Men då dessa elementers atomer f. ö. i enl. med nämnda teori hafva samma oktaëdriska form, så måste de äfven kunna antaga det andra jemvigtsläget, eller *Ca* det triklina, *Mn* det monoklina, allt efter som resp. de *Mn*- eller *Ca*-haltiga molekylerna äro öfvervägande, eller med andra ord *Ca*- och *Mn*-silikatet måste antagas vara isodimorfa.

Att nämnda hemimorfism resp. hemiëdri hos ifrågavarande mineraliers molekyler icke visar sig i det yttre kan väl bero på wollastonitens föga tydliga och i symmetriaxelns riktning utdragna samt derföre i ändarna ofullständigt utbildade kristaller, samt hvad åter rhodoniten beträffar på dess vanligtvis påvuxna kristaller och deras derföre skenbart holoëdriska utbildning i analogi med anorthiten, hvars hemiëdri blott visar sig hos invuxna fritt utbildade kristaller. F. ö. kan man uppställa såsom allmän regel, att ursprungligen enklare (hemiëdriska eller tetartoëdriska) grundmolekyler genom vare sig tvillings- eller parallel sammanvexning blifva mera sammansatta och dymedelst gifva upphof åt högre symmetriska yttre former.

Babingtonit ($m\,R\,Si\,O_3 + Fe_2\,Si_3\,O_9$) kan betraktas såsom homöomorf med rhodonit, såsom synes af den af Groth (Tabell. Uebers. d. Min.) gjorda sammanställningen af deras axelförhållanden. Härvid bör dock märkas, att om man tänker sig deras grundformer representerade genom de med pyroxenprismat analoga spjelkningsytorna ab och $a\bar{b}$, eller de mellanliggande vanligen underordnadt utbildade mot pyroxen-pinakoïdytorna a och b svarande planen samt det mot pyroxenens bas. plan svarande c-pl. (= a enl. den i Naumann-Zirkel, Elemente d. Mineral för rhodonit och babingtonit antagna beteckningen), samt dervid ställer dessa grundformer så, att den trubbiga vinkeln mellan c- och a-pl. ($0P$ och $\infty\bar{P}\infty$) riktas framåt samt den trubbiga vinkeln mellan c- och b-pl. ($\infty\breve{P}\infty$) kommer att stå till höger upptill eller i samma ställning, hvari man plägar jemföra albit- och anorthit-formerna, så komma hos rhodonit den trubbiga, hos babingtonit den spetsiga vinkeln mellan a- och b-axlarna samt motsvarande pinakoïdplan (ytvinkel) att stå åt höger; och rhodonit förhåller sig sålunda i detta hänseende till babingtonit såsom anorthit till albit. Följande sammanställning af normalvinklarna hos dessa grundformer visar närmare deras inbördes förhållande äfvensom deras relationer å ena sidan till pyroxen, å den andra till anorthit.

Pyroxen.	Rhodonit.	Babingtonit.	Anorthit.
$ab : a\bar{b} = 92^0\,54'$	$92^0\,22'$	$92^0\,37'$	$94^0\,10' = \bar{c} : b$
$a : ab = 46^0\,27'$	$43^0\,50'$	$47^\circ\,30'$	$46^0\,46' = b\bar{c} : \bar{c}$
$a : a\bar{b} =$ „	$48^0\,32'$	$45^0\,7'$	$47^0\,24' = b\bar{c} : b$
$a\bar{b} : b = 43^0\,33'$	$45^0\,59'$	$42^0\,58'$	$43^0\,12' = b : bc$
$ab : b =$ „	$41^0\,39'$	$44^0\,25'$	$42^0\,38' = \bar{c} : \overline{bc}$
$a : b = 90^0$	$85^0\,29'$	$91^0\,55'$	$89^0\,24' = b\bar{c} : \overline{bc}$
$ab : c = 79^0\,3'$	$68^0\,51'$	$67^0\,59'$	$63^0\,57' = \bar{c} : \bar{a}$
$a\bar{b} : c =$ „	$86^0\,31'$	$87^0\,28'$	$87^0\,6' = b : \bar{a}$

Man finner af denna sammanställning, att anorthitens vinklar i den brachydiagonala zonen (b—c) äfvensom pyroxenens i prismazonen ($a : b$) ligga emellan motsvarande vinklar hos rhodonit och babingtonit, samt att äfven i andra hufvudzoner ett närmande förefinnes mellan anorthit samt rhodonit och babingtonit, men icke i lika grad mellan pyroxen och de förra, hvilket står i samband med det nedanföre närmare framstälda förhållandet, att pyroxenen bör jemföras icke med en enkel anorthitform utan med en Baveno-tvillingsform, då deremot rhodonitens och babingtonitens grundformer likasom anorthitens och andra dylika hemiëdriskt triklina former äro att betrakta såsom enkla former.

Man finner vidare af denna sammanställning, att de tvenne spjelkningsytorna hos babingtonit, ab och ab-planen, motsvara de tvenne spjelkningsplanen hos anorthit, den förra c-, den senare b-pl., af hvilka den förra enl. den ofvan framstälda hypotesen om förhållandet mellan form och kemisk sammansättning hos fältspatsgruppens mineralier motsvarar Al_2 den senare Ca. I analogi härmed har man skäl att tänka sig ab-pl. hos babingtoniten motsvara Fe_2 samt $a\bar{b}$ $\overset{II}{R} = Ca, Mn$ eller Fe i olika isomorfa molekyler. Till samma resultat kommer man äfven vid jemförelse mellan babingtonit och wollastonit samt spodumen, i det att de senares a, b och c-pl. i enlighet med ofvan gjorda sammanställning mellan wollastonit och rhodonit komma att motsvara resp. ab-, $a\bar{b}$- och c-planet hos babingtonit. Den hos babingtonitkristallerna från Arendal förekommande utsträckningen parallelt med ab-riktningen, motsvarande den parallelt med a-pl. resp. b-axeln hos wollastonit, talar äfven för denna analogi. I motsats härtill äro rhodonitkristallerna från Harstigen (l. c.) ofta utdragna i den mot wollastonitens a-axel svarande riktningen, hvilket kunde gifva anledning till att tänka sig denna axel hos rhodonit i likhet med b-axeln reducerad till hälften af den ofvan uppgifna storleken, hvarigenom de båda domaytorna a_2c och b_2c erhålla de enklare tecknen ac och bc samt rhodonitens grundmolekyl kommer att utgöra fjerdedelen af den rhombiska pyroxenens grundmolekyl såsom redan ofvan antydts (rhodonit $= Mn\,Si\,O_3$, enstatit $= 4\,Mg\,Si\,O_3$).

Man kommer sålunda på grund af dessa betraktelser rörande de triklina pyroxenarternas kristallokemiska förhållande till den slutsats att babingtonitmolekylen består af tvenne hälfter, en höger- och en vensterhälft i pyroxenställning, rhodonit blott af en d. ä. till samma resultat som ofvan från den kristallografiska betraktningen, att nämligen babingtoniten förhåller sig till rhodonit såsom albit till anorthit. Men äfven i riktning framifrån bakåt, i pyroxenens a-axelriktning, synes en olikhet förefinnas mellan rhodonit och babingtonit, med betraktande nämligen deraf, att hos den förra endast positiva pyra-

mider (= domaytor i wollastonitställning) hos den senare både negativa och positiva ytor såsom rådande former förekomma.

De triklina pyroxenarterna kunna sålunda enklast betraktas i öfverensstämmelse med den triklina plagioklasserien eller såsom bildande en serie eller rättare serier mellan tvenne gränslänkar $R\,Si\,O_3$ och $Fe_2\,Si_3\,O_9$ eller kanske snarare $R\,Fe_2\,Si_4\,O_{12}$, af hvilka den förra i kristallokemiskt hänseende eller i afseende på sin molekylära konstitution motsvarar anorthit den senare albit, och hvilka på samma sätt som dessa senare kunna ingå molekylära föreningar. Att i sjelfva verket icke det enkla jernoxidsilikatet utan det dubbla *Mn*- resp. *Ca*-jernoxidsilikatet bildar den ena gränslänken i dessa serier synes framgå af den s. k. *Szaboiten*, hvilken antingen man med Koch och v. Lasaulx (Zeitschr. für Krystallogr. III) betraktar den såsom triklin eller med Krenner (l. c. IX) såsom rhombisk (hypersthen) dock trots sin betydliga jernoxidhalt står närmare pyroxenen än babingtoniten och sålunda företer en större symmetri än denna senare. Det synes sålunda sannolikt, att det icke är *Fe*, som förorsakar babingtonitens asymmetriska form utan dess förekomst tillsammans med en tvåatomig radikal i tvenne i *b*-axelns riktning förenade olika molekylarhälfter i motsats till de tvenne i symmetriaxelns riktning förenade lika hälfterna hos den monoklina pyroxenmolekylen.

Ainigmagtit, Breith. (Cossyrit, Foerstner), förhåller sig till triklin pyroxen såsom amphiboln till den monoklina. Den öfverensstämmer nämligen, enl. undersökning af Foerstner (Zeitschr. f. Krystallogr. V) af cossyrit ur liparitlava från Pantellaria, samt af Brögger (l. c. XVI) utaf ainigmatit från Grönland, i kristallografiskt hänseende ganska nära med amphibol med undantag af spjelknings-prismavinkeln, som hos denna triklina amphibolart är omkring 66^0, således omkr. 10^0 afvikande från den monoklina. I kemiskt hänseende närmar sig ainigmatit till arfvedsonit men innehåller (enl. analys af Forsberg) nära 8 % $Ti\,O_2$, hvilken af Brögger betraktas såsom orsak till nämnda åtskilnad i prismazonen från amphiboln på grund af dess betydande „morfotropiska“ kraft. Då nämnda prismavinkel närmar sig till titanitprismavinkeln $66^0\,29'$ kunde visserligen denna åsigt hafva skäl för sig, dock i enlighet med ofvannämnda åsigt angående den triklina pyroxenen (babingtoniten) sålunda modifierad, att ainigmatitmolekylen tänkes sammansatt af tvenne i *b*-axelns riktning förenade olika molekylarhälfter, af hvilka den ena i en del molekyler innehåller $Ti\,O_2$ eller utgöres af ett titanat.

Monoklina arter.

Pyroxen (Malakolit, Diopsid, Diallag, Augit). Såsom af ofvan anförda sammanställning mellan monoklin och triklin pyroxen samt anorthit framgår visar sig mellan den förras och den senares grundformer en stor öfverensstämmelse i afseende på vinklarna i pyroxenens prismazon (c-axelns zon), motsvarande anorthitens brachydiagonala, a-axels-zon. Denna öfverensstämmelse blir ännu större samt utsträckt äfven till andra zoner om man i stället för att jemföra pyroxenens grundform med en enkel anorthitform, jemför den med en Baveno-tvillingskomplex af anorthitformen fig. 2 (planschen) med den högra domaytan b_2c såsom tvillingsyta.

Anorthit-tvilling.	Pyroxen.
$b : b' = 93^0\,34'$	$\bar{a}b : \bar{a}\bar{b} = 92^0\,54'$.
$c : b = 85^0\,50'$	$ab : \bar{a}b = 87^0\,6'$.
$\frac{c}{c'} : \frac{a}{a'} = 72^0\,27'$	$a : c = 74^0\,11'$.
$b : ab = 58^0\,4'$	$\bar{a}b : \bar{a}bc = 58^0\,59'$.

Man finner häraf, att hufvudytorna hos nämnda anorthittvilling låta på följande sätt sammanställa sig med dem hos pyroxen.

Anorthit-tvilling.	Pyroxen.
$c, c'\ (0P)$	$ab, a\bar{b}\ (\infty P)$.
$b, b'\ (\infty P\breve{\infty})$	$\bar{a}b, \bar{a}\bar{b}$ „
$ab, ab'\ (\infty P)$	$\bar{a}bc, \bar{a}\bar{b}c\ (P)$.

Att ytorna af ∞P och $+P$ (prisma och pos. hemipyramid) bilda den egentliga grundformen hos pyroxen utvisar deras allmänna förekommande särskildt hos invuxna kristaller, hvilka såsom i det föregående blifvit visadt företrädesvis förete primära former, under det att pinakoïdytorna a, b och c enl. regeln anträffas hos påvuxna kristaller (diopsid) och sålunda äro att beteckna såsom sekundära. Prismaytorna ge sig äfven genom sin spjelkbarhet tillkänna såsom primära strukturytor eller molekylarriktningar, under det att den s. k. spjelkbarheten parallelt med pinakoïdytorna på grund af sin variabla större eller mindre tydlighet måste betecknas såsom en afsöndring beroende på en lamellär tvillingsbildning och inpregnation af lamellära mikroliter eller i allmänhet beroende på sekundär modifikation af den ursprungliga, primära molekylarstrukturn. Under det nämligen prismaytorna måste betecknas såsom primära molekylarriktningar, eller sådana hos de fysiska grundmolekylerna, på grund af den

anormala utbildningen (Frankenheim) i prismazonen, visande sig deri att parametrarna af prismaytorna följa på hvarandra såsom de udda talen 1 : 3 : 5 o. s. v., måste pinakoïdytorna betecknas såsom sekundära, och deras öfvervägande utbildning hos en del kristaller bero på en från de fysiska grundmolekylernas prismatiska molekylarriktningar afvikande pinakoïdal utbildning hos de af dem sammansatta kristallmolekylerna.

Att pyroxenens grundform resp. grundmolekyl verkligen är uppbygd i analogi med ofvannämnda anorthittvillingskomplex visar sig vidare af den delning i tvenne hälfter såväl i *b*-axelns som i *c*-axelns riktning, och ehuru mindre tydligt äfven i *a*-axelns riktning, som pyroxenkristaller från en del fyndorter förete. Sålunda visar sig hos augit- och hornblendekristaller från Pargas-kalksten en triklin anomali, visande sig såväl i den yttre olika utbildningen mellan kristallernas venstra och högra sida, hvilken, då de äro invuxna, icke kan förklaras af tillfälliga yttre inverkningar, som äfven genom en om ock obetydlig skilnad mellan de tvenne sidornas resp. vinklar (Wiik: Den finska mineralsaml.; Bidr. utg. af Vet. Soc. XLVI). Äfven en olikhet mellan den främre och bakre sidan i *a*-axelns riktning visar sig hos de svarta augitkristallerna från Pargas, mellan den starkt glänsande negativa och de matta positiva pyramidytorna. Beträffande åter den hemimorfism eller hemiëdri i *c*-axelns riktning som nämnda, af tvenne hemiëdriska anorthitindivider bestående tvillingskomplex visar, så finner den sin motsvarighet närmast hos de påvuxna pyroxenkristallerna, men stundom äfven hos vissa invuxna, så t. ex. den af Hessenberg (Mineral. Notizen N:o 1) beskrifna diopsidkristallen från Mussa Alp i Piemont äfvensom några kristaller från amerikanska fyndorter (G. Williams; Americ. Journ. of Sc. XXXVIII 1889).

På grund af nämnda jemförelse mellan de resp. ytorna hos pyroxenens grundform och de hos anorthitens samt dessa senares ofvanföre vid anorthit angifna kristallokemiska förhållande kommer man till antagandet, att prismaytorna eller deras normaler hos den förra motsvara läget af de tvåatomiga radikalerna, pyramidytorna de af *Si*-atomerna, och att pyroxenens grundmolekyl sålunda kan uttryckas genom formeln $4\,R\,Si\,O_3$ delad i tvenne olika molekylarhälfter: $2\,Ca\,Si\,O_3$ och $2\,Mg\,Si\,O_3$ resp. $2\,Fe\,Si\,O_3$ således i öfverensstämmelse med Tschermak's uppfattning af pyroxenens kemiska sammansättning = $Ca\,Mg\,Si_2\,O_6$ samt $Ca\,Fe\,Si_2\,O_6$. Dock måste man, såsom Wülfing (Beiträge zu Kenntniss der Pyroxenfamilie 1891) visat, till dessa i vissa fall ännu sätta ett tredje silikat $Mg\,Fe\,Si_2\,O_6$, hvilket då antingen motsvarar den ena främre eller ock sidohälften af grundmolekylen, och i hvardera fallet måste förorsaka en triklin anomali hos den sålunda sammansatta molekylen. Sannolikt är det äfven så-

dana pyroxenarter, som företrädesvis hafva benägenhet att öfvergå i hornblende, genom att bilda en dubbelmolekyl i b-axelns riktning, hvarigenom nämnda oliksidighet upphäfves och den nybildade sammansatta molekylen blir fullt monosymmetrisk.

Förekomsten af *Al* hos en del pyroxenarter förklaras på samma sätt som förekomsten af *Mg* och *Fe* hos lerjordssilikaterna d. ä. genom homöomorfismen mellan $\overset{II}{R}_2 Si_2 O_6$ och $\overset{III}{Al}_2 Si O_5$, och dess förekommande i pyroxenens grundmolekyl står ock i full öfverensstämmelse med ofvannämnda deduktion af densamma från anorthitformen. I enlighet härmed kunde dess uppträdande hos pyroxen uttryckas genom silikatet $Ca_2 Al_2 Si_2 O_9$, isomorft med $Ca_2 Mg_2 Si_2 O_8$, i det att *Al* kommer att intaga samma ställning som *Mg* d. ä. motsvara dess prismariktning. Då syre-atomerna icke inverka på formen, så är ock deras olika antal likgiltigt.

En olikhet förefinnes dock mellan anorthitens och pyroxenens kristallokemiska förhållande, i det att förhållandet mellan grundytornas normaler $ab : b$ är hos fältspat nära $= 0{,}5 : 1$, hos pyroxen åter det af de deremot svarande normalerna $\bar{a}bc : \bar{a}b =$ omkr. $2 : 3$; och omvändt af motsvarande atomkrafter $= 3 : 2$ (WIIK: Om kristallernas molekylarstruktur; Vet. Soc. Öfv. XXIX). Detta står i samband med de kristallostatiska uttrycken för *Si* och *Ca* resp. *Mg*, hvilka kunna sättas $= 12 : 6$ eller 8 $(= 2 : 1$ eller $3 : 2)$ allt efter som man hos de senare tager blott de yttre dynamiderna (1) eller derjemte äfven centraldyn. (2) i betraktande, eller ock allt efter den olika ställningen af elementaratomerna inom atomkomplexen med resp. ett hörn, en kant eller en yta vänd mot systemets centrum.

Hvad de optiska förhållandena hos pyroxenen beträffar kan man äfven mellan dem och de hos anorthit finna en öfverensstämmelse, som bekräftar naturenligheten af ofvannämnda jemförelse dem emellan. Ett optiskt elasticitetsplan går nämligen hos anorthitens grundform i det närmaste parallelt med den domatiska tvillingsytan i ifrågavarande tvillingskomplex, och motsvarar sålunda det opt. axelplanet parallelt med pyroxenens symmetriplan; och vidare öfverensstämmer maximum för variationen af utsläckningsvinkeln på b-pl. hos anorthit $(= 36^0—37^0)$ med minimum för den hos pyroxen. Hos amphodelit och lepolit är visserligen såsom jag funnit denna vinkel $= 38^0—40^0$ men dessa äro *Mg*- och *Fe*-haltiga, och den betydliga utsläckningsvinkeln beror väl sålunda häraf. Hvad f. ö. nämnda minimum hos pyroxen beträffar, eller utsläckningsvinkeln $\gamma : c$ på b-planet hos den rena *Ca*, *Mg*-pyroxenen, så är den enl. WÜLFING (l. c.) $= 37^0\, 50'$ i natronljus eller något större än den af mig beräknade (mineral. medd. VIII och IX).

Den minsta elasticitetsaxelns afvikning från c-axeln och närmande till denna axels normalplan i mån af den förökade jernhalten, äfvensom vidare förstoringen af den pos. opt. vinkeln, beroende väl på en förminskning af den mellersta elasticitetsriktningen, tala hvardera för Fe-atomernas lägen i nämnda normalplan d. ä. motsvarande de främre prismaplanens normaler. Hos den vulkaniska augiten är utsläckningsvinkeln betydligare än hos de äldre plutoniska pyroxenvarieteterna, oaktadt Fe-halten här är mindre, och man måste derföre här antaga en liknande inverkan af Al, som således antagligen intager en motsvarande ställning i atomkomplexen eller lika med den af Mg såsom redan ofvan antydts. På enahanda sätt förenar Mn sin med Fe likartade opt. verkan med denna senare radikal i manganpyroxen (Schefferit) enl. Flink (Zeitschr. für Krystallogr. Bd. XI). Mn kan här tänkas delvis ställföreträda Fe och Ca, såsom i rhodonit, och utöfvar enl. Flink (l. c.) en motsatt verkan mot Fe_2 i kristallografiskt hänseende, i det den senare något ökar, den förra temligen betydligt minskar vinkeln β.

Beträffande f. ö. förhållandet mellan de särskilda silikaterna $Ca\,Mg\,Si_2O_6$, $Ca\,Fe\,Si_2O_6$ m. fl., hvilka hvart och ett bilda skilda molekyler, så äro de i enlighet med Tschermak's teori att betrakta såsom utgörande ändpunkterna af isomorfa serier, motsvarande plagioklasserien såväl i kemiskt och kristallografiskt som i optiskt hänseende. Af dessa innehåller den mellan de två nämnda föreningarna de allmännast förekommande och bäst kända pyroxenarterna. Såsom jag i mina mineral. medd. (VII, VIII och IX) visat kan den af mig framstälda kurvan, uttryckande förhållandet mellan opt. utsläckningsvinkeln $c:c$ och $Fe\,O$-procenten, samt den derpå grundade formeln approximativt angifva förhållandet mellan de tvenne beståndsdelarna $Ca\,Mg\,Si_2O_6$ och $Ca\,Fe\,Si_2O_6$ i de af dem bildade molekylära föreningarna. Dock bör densamma för att noggrannare uttrycka detta förhållande undergå en korrektion i enlighet med de senare af Hervig, Doelter, Flink och Wülfing gjorda undersökningarna. Tager man det ofvan anförda af den sistnämnde beräknade värdet på utsläckningsvinkeln ($37^0\,50'$) för den rena $Ca\,Mg$-pyroxenen med $Fe\,O = 0$ samt vidare den af honom funna utsläckningsvinkeln $= 44^0\,42'$, nära öfverensstämmande med det af Flink (Zeitschr. für Krystallogr. Bd. XI) angifna medelvärdet $44^0\,38'$ *) för diopsid från Nordmarken „Typus 1“ (med $Fe\,O = 17{,}31$—$17{,}34$ % enl. ana-

---

*) Den af mig (l. c.) angifna utsläckningsvinkeln $45^0\,30'$ för den af mig undersökta Nordmarksdiopsiden har jag vid förnyad granskning i sjelfva verket funnit vara för hög. Jag har nämligen dervid kommit till ett medeltal mera närmande sig de af Flink och Wülfing funna värdena för nämnda pyroxenart.

lyser af SJÖGREN och DOELTER) samt slutligen utsläckningsvinkeln för Hedenbergit enl. WÜLFING (l. c.) $= 47^0\,10'$ ($Fe\,O = 26{,}24$ %), så blir nämnda kurva i det närmaste rätlinig. Men äfven i detta fall komma vi till maximum 48^0 såsom utsläckningsvinkel för det rena $Ca\,Fe\,Si_2\,O_6$ med $Fe\,O = 29$ %, hvilket silikat dock lika litet som den rena *Ca Mg*-pyroxenen hittills blifvit anträffadt i naturen.

Akmit (*Ägirin*). Akmit, som hufvudsakligen utgöres af $Na_2\,Fe_2\,Si_4\,O_{12}$, hvartill enl. BRÖGGER (l. c.) kommer något $Fe\,Fe_2\,Si_4\,O_{12}$ kan betraktas såsom stående till den egentliga pyroxenen i samma förhållande som albit till anorthit, i hvilket fall ägirinen är att betrakta såsom en natron-pyroxen med något inblandad *Ca*-pyroxen. Formutbildningen hos akmit är pinakoïdalt afplattad efter *a*-planet (orthopinakoïden), hos ägirin mera prismatisk vanligen parallelt med *ab*-, mindre ofta parallelt med *abc*-planen; denna åtskilnad mellan akmit och ägirin kan bero på att den förras kristaller äro ursprungligen påvuxna, den senares invuxna. Akmitkristallerna äro dock vanligen icke enkla utan utgöras enl. BRÖGGER af tvenne särskilda substanser, en brunfärgad, den egentliga akmitsubstansen, samt en grön ägirinsubstans, den förra invid pinakoïdytorna, den senare vid de deremellan liggande prismaytorna. Äfven ägirinkristallerna förete stundom i tvärgenomskärning en liknande anordning („timglas-struktur"), dock med den skilnad, att den pinakoïdalt utbildade delen här är svagt färgad till färglös, hvarföre BRÖGGER anser, att i densamma ingår i rikligare mängd $Na_2\,Al_2\,Si_4\,O_{12}$ (Jadeitsubstans). Dessa förhållanden synas häntyda på att Fe_2 resp. Al_2 här likasom hos pyroxen i allmänhet motsvara *a*-planet eller dess normal ($= a$ hos spodumen) hvilket äfven förklarar det nära sammanfallandet mellan denna riktning och den minsta elasticitetsaxeln (c). Äfven i det yttre visa akmitkristallerna ett tvåfaldigt ursprung eller en dubbel genesis i det de mycket spetsiga pyramidytorna måste särskiljas såsom sekundära från de primära grundpyramidytorna (*abc*), samt förhålla sig till dessa senare i afseende på den inre strukturn på samma sätt som prismaytorna till pinakoïdytorna, i det att den bruna substansen är anlagrad vid de senare men icke vid de förra.

Genom sin mer eller mindre utpräglade pinakoïdala utbildning parallelt med *a*-planet äfvensom genom sin alkalihalt ansluter sig akmit till spodumen, och dymedelst äfven till wollastonit samt de dermed analoga, sällsynta mineralierna *Låvenit* (BRÖGGER) med tydlig orthopinakoïdal spjelkbarhet samt *Wöhlerit*, hvardera föreningar af kalk-natronsilikat jemte motsvarande zirkoniat och niobat. Den sistnämnda ehuru likasom den förra monoklin, är i afseende på axelförhållandet mimetiskt reguliär (prismavinkel nära $= 90^0$, $\beta = 71^0$) således analogt med andalusiten, samt häntyder härigenom på en med denna senares likartad

grundmolekyl innehållande fyra oktaëdriska elementaratomer (*Ca* resp. *Na*) i prismazonen samt tvenne olikartade sådana (*Si* resp. *Zr* och *Nb*) motsvarande ytorna *c* och *ac* i symmetriaxelns zon; den skiljer sig sålunda från andalusitmolekylen derigenom, att den utgöres icke af tvenne lika hälfter utan af tvenne visserligen i qvantitativt hänseende nära lika men qvalitativt olika hälfter. Till wöhleriten ansluter sig den triklina men pseudo-rhombiska och mimetiskt reguliära *Hjortdahliten* (Brögger: Mineralien der südnorwegischen Augitsyenite). Med wollastonit analog, äfven i afseende på utsträckningen parallelt med *b*-axeln, är slutligen den af Brögger (l. c.) beskrifna *Rosenbuschiten*, hvilken dock i afseende på lutningen mellan *c*- och *a*-axlarna mera närmar sig till pyroxen.

Att „absorbtionsriktningarna" hos akmit-ägirin icke sammanfalla med eller bero af elasticitetsriktningarna synes framgå deraf, att absorbtionen är störst i den största minst i den minsta elasticitetsaxelns riktning tvärtemot det vanliga förhållandet, sådant det. t. ex. visar sig hos amphibol, biotit m. fl.

Amphibol (Grammatit, Aktinolit, Pargasit, Amphibol-anthophyllit, Hornblende). Förhållandet mellan amphibol och pyroxen synes mig enklast och naturligast kunna uttryckas genom en fördubbling af amphibolns axelförhållande, hvarigenom man kommer till lika förhållande mellan deras *a* och *c*-axlar men dubbelt så stor *b*-axel hos amphibol, hvilket äfven kan uttryckas sålunda att amphibol-molekylen är lika med tvenne pyroxenmolekyler förenade i *b*-axelns riktning, såsom jag redan för länge tid tillbaka antydt (Mineralkarakteristik 1881, pag. 123). Vid denna komparation med pyroxen synes det äfven naturenligast att ställa dem i den ställning, hvari de förekomma regelbundet sammanvuxna med hvarandra d. ä. i omvänd eller tvillingsställning, så att *c*-pl. hos amphibol motsvarar $\bar{a}c$-planet hos pyroxen samt b_2c-planen (med 59° 34′ vinkel) hos den förra komma att motsvara *abc*-pl. (+*P* med 59° 12′ vinkel) hos den senare. Att dock såsom Tschermak gör på grund häraf förändra det för amphibol allmänt antagna axelförhållandet, så att *c*-pl. betecknas såsom orthodoma i likhet med den vid parallel sammanvexning motsvarande ytan (*ac*) hos pyroxen, synes mindre naturligt, emedan formlerna då blifva mindre enkla. I afseende på den kristallografiska formbildningen förhåller sig amphiboln omvändt mot pyroxenen, så till vida som påvuxna kristaller hos den förra äro företrädesvis prismatiskt utbildade med ingen eller obetydlig utbildning af pinakoïderna,

invuxna åter vanligen förete en betydlig utsträckning af klinopinakoïden, stundom till och med öfvervägande prismaytorna såsom i de i kalksten invuxna hornblendekristallerna från Pargas. Detta kan väl sammanställas med den pseudohexagonala formtypen hos amphibol i motsats till pyroxenens pseudotetragonala utbildning i prismazonen, hvarigenom *b*-pl. hos amphibol med *ab*-planen komma att motsvara det hexagonala deuteroprismat, $ab_3\,(\infty P3')$ samt *a*-pl. åter protoprismat; prismaplanen visa sig f. ö. redan genom sin tydliga spjelkbarhet såsom primära molekylarriktningar. De påvuxna kristallernas öfvervägande utbildning i *c*-axelns riktning, de invuxna kristallernas i *a*-axelns häntyda på en relativt större längd af *c*-axeln hos de senares kristallmolekyler, eller att såsom vanligt de invuxna kristallernas molekyler äro dubbelmolekyler i *c*-axelns riktning i förhållande till dem hos de påvuxna såsom enkla.

Den större komplikation som amphiboln företer i afseende på sina fysiska grundmolekyler i förhållande till pyroxenen motsvaras af en dylik äfven i afseende på den kemiska konstitutionen, hvilken kan uttryckas genom den allmänna formeln $\overset{II}{R}\,\overset{III}{R}_2\,Si_4\,O_{12}$ och dess molekylarvolym blir derigenom dubbelt så stor som pyroxenens, hvilket redan af RAMMELSBERG påpekades (Handb. der Mineralchemie I); detta bestyrker sålunda ofvan anförda antagande rörande förhållandet mellan deras grundmolekyler:

	Mol. vigt.	Spec. vigt.	Mol. volym.
Pyroxen: $Ca\,Mg\,Si_2\,O_6$	216	3,0	72,0 (1).
Amphibol: $Ca\,Mg_3\,Si_4\,O_{12}$	426	2,9	146,9 (2,04).

Ehuru man visserligen ej kan närmare göra sig reda för föreningen mellan de tvenne pyroxen-molekylerna till en amphiboldubbelmolekyl, så torde man dock i analogi med föregående dylika fall kunna antaga, att det är Al_2 eller de ställföreträdande Fe_2 och Mg_3 som åvägabringa densamma, samt att vid öfvergången från pyroxen till amphibol (Uralit) de i prismazonen befintliga elementaratomerna öfvergå från en tetragonal ställning till en hexagonal eller en sådan hvari en oktaëderytaxel intager den förra, parallelt med atomkomplexens hufvudriktning gående hexaëderytaxelns läge. De basiska radikalerna *Ca*, *Mg*, *Fe*, *Al* etc. hafva vi således äfven här att tänka oss motsvara ytorna i prismazonen, *Si*-atomerna åter de mot pyroxenens pyramidytor svarande klinodomaytorna $b_2c\,(2P\grave{\infty})$ hos amphibol. Detta antagande bestyrkes genom jemförelse med den ofvannämnda enkla biotit-molekylarkomplexen (15), bestående af 6 mot anorthit svarande enkla molekyler: likasom dessa motsvara tre af orthoklasens resp. muscovitens grundformer, så komma de äfven att motsvara

tre af amphibolns, om man tänker sig dessa senare så stälda att de mot *Si*-atomerna svarande prisma-planen hos biotit-komplexen gå nära parallelt med b_2c-planen hos amphibolformen samt denna sistnämdes symmetriplan kommer att ligga midt emellan de mot orthoklasens symmetriplan svarande riktningarna, i hvilket fall vinkeln $a:c\,(=75^0\,10')$ hos amphibol kommer att motsvara $\frac{ab}{ab'}:\frac{c}{c'}$ $(=73^0)$ hos den nämnda mot biotit-molekylarkomplexen svarande plagioklas-trillingskomplexen. En komplex af tre amphihol-grundformer med b_2c såsom tvillingsplan kunde sålunda paralleliseras med nämnda biotit-molekylarkomplex, ett förhållande, som förklarar hornblendets öfvergång i biotit genom inverkan af granit (Wiik, om brottstycken af gneis i gneisgranit; Vet. Soc. Bidr. XI, VI).

Denna väsendtliga åtskilnad mellan amphibolens och pyroxenens molekylarstruktur finner äfven sin motsvarighet i olikheten mellan deras optiska förhållande, i hvilket hänseende de äro från hvarandra lika skilda som albit och anorthit; ja skilnaden måste betraktas såsom större alldenstund de icke såsom de sistnämnda ingå molekylarföreningar med hvarandra. Den större olikheten mellan de resp. kristallografiska axelriktningarna hos amphibol än hos pyroxen röjer sig äfven optiskt i den större absorbtions eller färgskilnaden i dessa riktningar.

Den minsta elasticitetsriktningen närmar sig såsom jag funnit (miner. medd. VII) vid tilltagande *Al*-halt *a*-normalen, i det att de lerjordshaltiga ljusfärgade pargasitarterna förete en större utsläckningsvinkel än de vanliga lerjordsfria eller fattiga, strålstens- och hornblendearterna. Vid försök att grafiskt framställa förhållandet mellan den optiska utsläckningsvinkeln c : *c* på *b*-planet och den kem. sammansättningen uttryckt genom lerjordsprocenten hos amphibolarterna, nämligen genom kurvor i likhet med de för de resp. pyroxenserierna, har jag funnit dem böra fördelas på flere sådana parallelt löpande nära lineära kurvor: en för $Mg\,Fe\,Al_2$-amphiboler, till hvilka flertalet pargasitarter höra, en för $Mg\,Al$-amphiboler, till hvilka höra Karinthin från Sau Alpe och Kokscharowit från Baikal samt en för $Fe\,O$, Al-amphiboler med relativt liten utsläckningsvinkel, till hvilka höra de för sin starka dichroism utmärkta amphibolarterna från jernmalmsfyndorter. Ännu mindre utsl. vinkel $= 10^0$ och derunder företer det basaltiska hornblendet, hvilket, på samma sätt som den vulkaniska augiten med dess betydliga utsl. vinkel, derigenom och sålunda väl ock i sin molekylarstruktur skiljer sig från de i äldre formationer förekommande amphibolarterna.

Arfvedsonit samt *Glaukophan* förhålla sig till akmit och jadeit likasom amphibol till pyroxen. Arfvedsonitkristallerna i eleolitsyeniten från Grönland och södra Norge, i den förra stora pelarformiga, med *a*-, *ab*- och *b*-pl., i den

senare små tafvelformiga efter *b*-planet, förete utom detta och prismaplanen b_2c ($2P\breve{\infty}$) såsom rådande form (BRÖGGER l. c.), således de plan hvilka ofvanför vid amphibol blifvit antydda såsom hafvande en kristallokemisk betydelse eller karakteren af grundytor motsvarande de resp. elementaratomerna; detta häntyder på en liknande molekylarstruktur med *Na* motsvarande *Ca* samt Fe_2 hos arfvedsonit Al_2 hos amphibol.

Det nära förhållandet mellan arfvedsonit och akmit-ägirin visar sig särskildt i den af STEENSTRUP och BRÖGGER (l. c.) beskrifna metamorfosen af arfvedsonit i akmit jemte svart jernhaltig glimmer (lepidomelan), således ett omvändt förhållande mot uralitmetamorfosen. Denna metamorfos är sålunda analog med den, som visar sig hos den i form af brottstycken i granit förekommande hornblendegneisen, och hvilken jag beskrifvit i min ofvanciterade afhandling. Det ljust färgade amphibolartade mineral, som jemte biotit utgör metamorfosprodukt af det mörkt färgade hornblendet, och som jag betecknat såsom pargasitartadt, kunde dock möjligen snarare betraktas såsom en alkaliamphibol (arfvedsonit resp. glaukophan) uppkommen likasom den alkalihaltiga glimmern genom granitens inverkan. Den lamellära afsöndring eller tvillingsstreckning, som snedt afskär längdriktningen måste nämligen snarare betecknas såsom motsvarande *c*-pl. än $\bar{a}c$-planet, alldenstund då den såsom vanligen är fallet i den längre bort från granitgränsen liggande mindre metamorfoserade delen af nämnda metamorfoszon, förekommer tvillingsartadt sammanvuxen med den primära mörka amphiboln, detta afsöndringsplan är riktadt åt motsatt håll mot *c*-pl. hos den senare, hvilket framgår af utsläckningsriktningarna hos de båda sammanvuxna amphibolarterna. Dessa motsvarande den minsta elasticitetsriktningen äro nämligen riktade åt samma håll, den mörka med omkr. 15^0, den ljusa med några grader större vinkel (19^0) mot *c*-axeln; denna senare kan sålunda icke vara en vanlig amphibol alldenstund i sådant fall dess utsläckningsriktning borde vara riktad åt motsatt håll mot den dermed i tvillingsställning stående. Närmast kommer den i afseende på utsläckningen till arfvedsonit, hvars minsta elasticitetsriktning går enl. BRÖGGER l. c. omkr. 14^0 från *c*-axeln i den trubbiga vinkeln $a : c$ eller ung. normalt mot *c*-planet, samt står sålunda emellan denna och spodumen (26^0). I samband härmed må nämnas, att jag i en platta parallel med *b*-pl. af ljusgrön amphibol från St. Michel funnit smärre kristallindivider tvillingsartadt sammanvuxna med den större, af mörkare grön färg och stark dichroism, hvilka jag på grund af utsläckningen ansett vara arfvedsonit (Mineral. medd. VIII. Vet. Soc. förh. XXV), samt vidare i ett slipningspreparat parallelt med *b*-pl. af amphibol-anthophyllit från Stansvik en brunfärgad arfvedsonit (Barkevikit?), ännu starkare dichroitisk med nästan fullständig ljus-

absorbtion i den 14° från *c*-axeln gående minsta elasticitetsriktningen; denna visar f. ö. samma förhållande som den ljusa amphiboln i den metamorfoserade hornblendegneisen nämligen en stark afsöndring gående nära normalt mot nämnda elasticitetsaxel d. ä. parallelt med *c*-planet. Att arfvedsoniten uppträder i tvenne färgmodifikationer motsvarande de hos akmit-ägirin anföres äfven af Rosenbusch (Mikrosk. Physiogr. p. 471).

Dessa regelbundna sammanvexningar mellan vanlig amphibol och arfvedsonit synas häntyda på att de i paragenetiskt hänseende stå i samma förhållande som orthoklas och albit, i det de företrädesvis förekomma regelbundet sammanvuxna i form af större individer, under det att pyroxen och akmit i likhet med anorthit och albit kunna ingå molekylarföreningar med hvarandra. Att dock äfven arfvedsonit (resp. glaukophan) och amphibol ingå molekylarföreningar utvisas af den manganhaltiga *Richteriten* från Långban, som enl. Michaelson's analys utgör en förening af alkali- med *Ca Mn*-amphibol samt vidare af den i augitsyeniten från södra Norge förekommande *Barkevikiten* (Brögger), hvilken kan betraktas såsom en förening mellan arfvedsonit och starkt jernhaltig amphibol i vexlande förhållanden; detta utvisas äfven af utsläckningsvinkeln $c : c = 0^0—12^0$ med den minsta elasticitetsaxeln liggande i den spetsiga vinkeln $a : c$ och således emellan den hos arfvedsonit och vanl. amphibol. Barkevikit förvandlas enl. Brögger (l. c.) i analogi med arfvedsonit till ett intimt aggregat af med densamma och med hvarandra sammmanvuxen ägirin och lepidomelan (Breithaupt's „Pterolith"). Till arfvedsonit ansluter sig vidare *Riebeckit* (Sauer), i kemiskt hänseende öfverensstämmande med arfvedsonit men med motsatt opt. förhållande, i det att den största elasticitetsaxeln närmar sig hufvudaxelns riktning, således väl en strukturmodifikation eller möjligen en molekylarförening mellan arfvedsonit och akmit. W. Cross (Note on some secondary minerals of the amphibole and pyroxene groups; American Journ. of Sciences vol. XXXIX) har funnit en till Riebeckit sig anslutande blå amphibol i regelbunden sammanvexning med ägirin samt en brunfärgad amphibol, som han håller för Barkevikit. Alkali-amphiboln synes sålunda i afseende på artrikedom väl kunna täfla med den alkalifria.

Rhombiska pyroxen- och amphibolarter.

Enstatit (Bronzit, Hypersthen). I tredje upplagan af sin „Tabellarische Uebersicht der Mineralien" pag. 135 har Groth framställt en hypotes rörande förhållandet mellan den monoklina och den rhombiska pyroxenen, hvilken ansluter sig till den ofvan anförda af Michel-Levy o. a. rörande förhållandet mellan

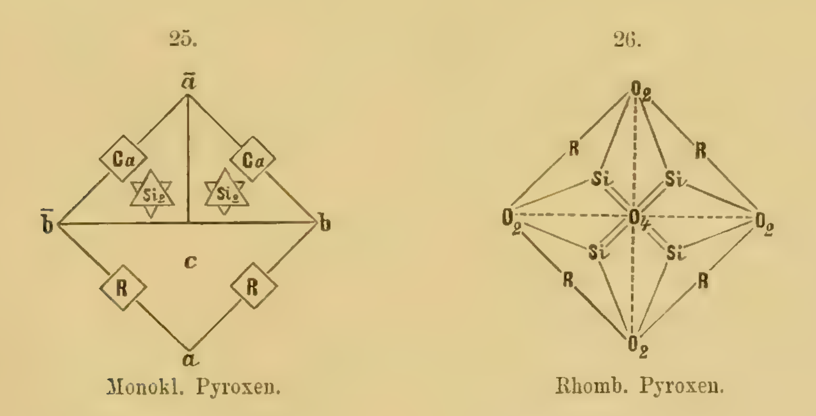
den triklina och monoklina fältspaten, att nämligen „de rhombiska pyroxenerna äro uppbyggda af alternerande orienterade molekylarskikter af monosymmetrisk natur“. Detta åskådningssätt låter i sjelfva verket bättre tillämpa sig i ifrågavarande fall än på fältspatsgruppens mineralier, alldenstund den monoklina och den rhombiska pyroxenen äro så lika hvarandra i afseende på motsvarande vinklar, att man verkligen måste anse molekylaranordningen eller atomlagringen hos grundmolekylen af en rhombisk pyroxen i hufvudsak öfverensstämma med den hos en central tvillingsmolekyl af en monoklin pyroxen. Följande sammanställning visar närmare relationen mellan deras normalvinklar:

Monoklin pyroxen.	Rhombisk pyroxen.
$ab : a\bar{b} = 92^0\ 54'$	$ab : a\bar{b} = 91^0\ 44'$
$\bar{a}bc : \bar{a}\bar{b}c = 59^0\ 12'$	$a^2bc : a^2\bar{b}c = 59^0\ 2'$
$ab' = Sin\ 46^0\ 27' = 0{,}7248\ (2{,}94)$.	$ab' = Sin\ 45^0\ 52' = 0{,}7177\ (2{,}91)$.
$\bar{a}bc' = Sin\ 29^0\ 36' = 0{,}4939\ (2)$.	$a^2bc' = Sin\ 29^0\ 31' = 0{,}4927\ (2)$.
	$(a : b : c = 1{,}0302 : 1 : 0{,}5877)$.

Ytorna af den pyramidala formen $a^2bc\ (P\bar{2} = e)$, eller uttryckt såsom indicesformel $= ab_2c_2\ (122)$, hos rhomb. pyroxen måste sålunda betraktas såsom kristallokemiskt eqvivalent med grundpyramiden (P) hos den monoklina, ehuru den visserligen från rent kristallografisk synpunkt eller hänförd till grundprismat (ab) måste betraktas såsom sekundär (makropyramid). Detta missförhållande så att säga mellan pyramid och prisma hos grundformen torde kunna sammanställas med eller anses bero på den olika ställning som de mot pyramid och prisma svarande oktaëdriska elementaratomerna (Si och R) hafva, de förra med en yta de senare med en kant sammanfallande med de resp. kristallytorna i öfverensstämmelse med motsvarande förhållande hos monoklin pyroxen samt i enlighet med de reciproka värdena för normalerna (atommetrarna), i det närmaste $= 3 : 2$. Samma förhållande företer äfven brookit, och här visar sig ännu tydligare berättigandet för formen a^2bc eller ab_2c_2 att betraktas såsom hörande till grundformen, alldenstund den är öfvervägande och stundom förekommer utan abc, ett förhållande, som f. ö. stundom äfven visar sig hos kristaller af rhombisk pyroxen, hvilka äfven i afseende på den kristallografiska formbildningen förete likhet med brookitkristaller, nämligen med afseende på den förherrskande utbildningen af domaytorna ac_2 (k) samt ac_4 (h), motsvarande resp. $\bar{a}c$ och $\bar{a}c_2$ hos monoklin pyroxen, samt vidare i afseende på den varierande formtypen, antingen pelarformigt prismatisk med öfvervägande ab- och a-plan företrädesvis hos invuxna kristaller t. ex. hos den s. k. amblystegit (v.

Rath) från Laacher sjön samt de stora invuxna kristallerna från Bamle (Brögger och Reusch), eller ock tafvelformig efter *a*-planet hos påvuxna kristaller (hypersthen) i hålrum i trachyt från Mont Dore.

Det förefinnes sålunda i sjelfva verket en stor analogi mellan en rhombisk pyroxenform och en tvillingkomplex af monoklin pyroxen; men deraf följer icke att man skulle kunna betrakta dem såsom identiska. Ty lika litet som man kan identifiera en monoklin pyroxentvilling i stort med en enkel rhombisk pyroxenindivid, lika litet kan man göra det i afseende på deras molekyler. Det af Groth såsom talande för hans åsigt anförda förhållandet att tvillingslameller af diallag förekomma regelbundet invuxna i bronzit talar derför lika litet som sammanvexningen mellan tvillingslameller af albit med mikroklin resp. orthoklas för Michel-Levy's hypotes: huru små dessa diallaglameller än äro skilja de sig dock genom sin starkare dubbelbrytning och sin deraf förorsakade lifligare färg i polariseradt ljus från de rhombiska pyroxenlamellerna. Deremot talar vidare åtskilnaden i kristallografiskt samt i kemiskt hänseende, i det att den monoklina pyroxen-molekylen innehåller tvenne slag af tvååtomiga radikaler (*Ca* och *Mg* resp. *Fe*), den rhombiska blott ett slag *Mg* eller *Fe*. Följande sammanställning af de molekylära strukturformlerna för monoklin (25) och rhombisk pyroxen (26), uppgjorda i enlighet med den i det föregående anförda kristallokemiska teorin är egnad att närmare visa förhållandet (likheten och olikheten) mellan de motsvarande molekylarformerna.



Monokl. Pyroxen. Rhomb. Pyroxen.

I strukturformeln 25 uttrycka de tetragonala och trigonala konturerna omkring symbolerna för elementaratomerna *R*, *Ca*, *Si* den olika ställningen af de resp. oktaëdriska atomerna, tetragonal för de förra, hexagonal eller rhomboëdrisk för den sistnämnda. I formeln 26 äro dessa konturer bortlemnade men syreatomerna i stället tillfogade; den inbördes ställningen af *R*- och *Si*-atomerna

är dock densamma som i den monoklina pyroxenmolekylen, och det är de trigonalt eller rhomboëdriskt ställda *Si*-atomerna som förorsaka att komplexen i sin helhet icke är tetragonal utan rhombisk, alldenstund de förra hafva en längre utsträckning (mellan oktaëder hörn- och ytaxel) i *a*-riktningen (makrodiagonala genomskärningen) en kortare (närmande sig en kantaxel) i *b*-riktningen. De tvenne molekylarformerna (25 och 26) skilja sig åter hufvudsakligen derigenom, att den förra i enlighet med ofvan antydda härledning af den enkla pyroxenformen från en anorthittvilling företer en åtskilnad i prismazonen mellan de tvenne hälfterna i *a*-riktningen, den ena med *Ca*, den andra med *R* (= *Mg* eller *Fe*), under det att den rhombiska formen består af tvenne lika hälfter med lika radikaler (*R*). Vi hafva sålunda för hvardera formen att antaga tvenne arter, den ena med *R* = *Mg*, den andra med *R* = *Fe*, hvilka såsom varande isomorfa kunna ingå molekylarföreningar med hvarandra. Den rhombiska molekylarformen skiljer sig sålunda väsendtligen från en monoklin tvillingsmolekyl, hvilken måste betraktas såsom bestående af tvenne enkla i omvänd ställning, till hvilken sedan enkla molekyler foga sig åt båda sidor, hvarigenom en hemitropisk tvillingskristall uppkommer. Deremot kan den rhombiska pyroxenmolekylen betraktas såsom motsvarande tvenne halfva (hemiëdriska) monoklina pyroxenmolekyler eller lika med fyra hemiëdriskt triklina partialmolekyler. Den är sålunda analogt sammansatt med de rhombiska silikaterna i föregående klasser särskildt med barsovit och danburit i geoliternas klass, hos hvilka dock de i prismazonen befintliga elementaratomerna icke motsvara prismanormalerna (*ab*) utan de pinakoïdala *a*- och *b*-riktningarna, utan att derigenom någon större olikhet hos vinklarna i denna zon förefinnes än den man kan vänta på grund af de qvalitativt olika elementaratomerna. Detta förklaras deraf, att, såsom man finner af fig. 25, elementaratomerna kunna tänkas förflyttade parallelt med sig sjelfva utan att deras riktningar förändras, hvilket öfverensstämmer med den allmänna dynamiska lagen att krafterna icke undergå någon förändring om deras angreppspunkter förflyttas i kraftens riktning.

I den normala *a*-ställningen kan man, i motsats till den diagonala *ab*-ställningen af *Mg* och *Fe*, i enlighet med föregående fall, anse att Al_2 och Fe_2 befinna sig, hvilka stundom anträffas hos hypersthen, och hvilka kunna betraktas såsom förorsakande dess tafvelformiga utbildning samt lamellära afsöndring parallelt med *a*-planet, motsvarande den hos diallag, och möjligen beroende på en af dubbelatomen Al_2 förorsakad fördubbling hos kristallmolekylen i *a*-axelns riktning. Utbildningen öfvergår sålunda från prismatisk (diagonal eller anormal) hos den jernfattiga och lerjordsfria enstatiten till orthopinakoïdal (normal) hos de mera jernhaltiga bronzit och hypersthen, hvarmed förekomsten af det

sekundära prismat a_2b hos hypersthen i stället för den hos pyroxenen i allmänhet vanliga a_3b kan sammanställas. I samband med denna lamellära afsöndring står vidare inpregnationen af tafvelformiga lameller parallelt med a-pl., hvilka blifvit ansedda för brookit, en åsigt, för hvilken ofvannämnda analogi mellan brookit och rhombisk pyroxen i kristallografiskt och sannolikt äfven i kristallokemiskt hänseende d. ä. i afseende på anordningen af atomerna inom grundmolekylen synes tala.

Den tafvelformiga afsöndringen stegras hos den s. k. *Bastiten,* som genom öfvergångsformerna *Diaklasit* och *Protobastit* är förbunden med bronzit, ända till en verklig glimmerlik spjelkbarhet, och det kunde ifrågasättas huruvida denna bastitbildning icke verkligen utgör en öfvergång från bronzit (sannolikt äfven till en del diallag) till magnesiaglimmer, alldenstund det optiska axelplanet från brachydiagonalt hos bronzit öfvergår till makrodiagonalt hos bastit, och den opt. axelvinkeln omkring den största elasticitetsriktningen parallelt med a-axeln hos den senare minskas ända till 20^0 således = den hos phlogopit (se Tschermak: Ueber Pyroxen und Amphibol; Mineral. Mith. 1871). Vid jemförelsen mellan den rhombiska pyroxenformen och biotitformen (15) i analogi med ofvannämnda sammanställning mellan denna senare och amphibolns grundform kommer nämligen a-pl. hos den förstnämnda att motsvara c-pl. hos biotit. Man kan sålunda i enlighet med ofvan anförda åsigt rörande glimmerarternas kristallokemiska konstitution betrakta ifrågavarande metamorfos såsom beroende på en genom Al_2 resp. Fe_2 åstadkommen sammangruppering af molekyler i a-axelns riktning.

Anthophyllit (Gedrit) förhåller sig till föregående rhomb. pyroxenarter såsom monoklin amphibol till monoklin pyroxen, och dess axelförhållande kan i enlighet härmed uttryckas genom förhållandet

$$a : b : c = 1{,}046 : 2 : 0{,}434,$$

hvari dock hufvudaxeln, angifven efter Lacroix's mikroskopiska mätningar, torde att döma af förhållandet till föregående vara något för liten. Dock är den i alla fall mindre än de tvenne andra axlarna, och härmed står den pelarformiga eller, på grund af afsöndringen resp. spjelkbarheten parallelt med a-planet, tafvelformiga utbildningen i samband. Med den större relativa olikheten af kristallaxlarna hos anthophyllit står åter den större olikheten i de opt. elasticitetsaxlarna eller den starkare dubbelbrytningen hos denna än hos rhomb. pyroxen i öfverensstämmelse. Beträffande absorbtionen anföres af Hj. Sjögren (Sv. Vet. Akad. Förh. 1882 N:o 10) samt Rosenbusch (Mikrosk. Physiogr.), att denna

i *c*-axeln är mindre än i de tvenne biaxlarnas riktning. Jag har dock funnit förhållandet tvärtom hos den af mig undersökta färgskiftande rhomb. anthophylliten från Stansvik. Detta står också i bättre öfverensstämmelse med eterelasticiteten i *c*-axeln, hvilken är den minsta, i likhet med förhållandet hos bronzit samt äfven närmande sig till det hos monoklin amphibol. Att f. ö. anthophyllit måste tänkas stå i molekylärt hänseende till monokl. amphibol i samma förhållande som bronzit till pyroxen är tydligt. Den förekommer ock i amphibolhaltiga bergarter på samma sätt som bronzit i pyroxenhaltiga, så t. ex. vid Stansvik, der man finner den tillsammans med vanlig svart hornblende i smärre individer samt ljusare, lerjordshaltig hornblende med lamellar afsöndring parallelt med *a*-pl. (monoklin anthophyllit eller diallagartadt hornblende) i större individer.

Astrophyllit. Detta mycket omtvistade mineral synes mig naturenligast kunna, i öfverensstämmelse med Tschermak's åsigt, hänföras till anthophyllit eller rättare ett dermed beslägtadt mineral på samma sätt som bastit till bronzit, och det så mycket mer, sedan på grund af Brögger's senaste undersökning (Mineral. d. südnorw. Augitsyenite l. c.) den af honom tillförene antagna asymmetrin visat sig vara blott en anomali hos det i sjelfva verket rhombiska mineralet. Olikheten i kristallografiskt hänseende från den egentliga anthophylliten är icke större än att den låter förklara sig af olikheten i kemiskt, nämligen ersättandet af en del $Si\,O_2$ af $Ti\,O_2$ samt tillkomsten af vatten och alkalier.

Astrophylliten från Langesundsfjorden företer, i likhet med åtskilliga i det föregående betraktade mineralier, tvenne skilda grundformer: en så att säga inre, representerad af den tydliga glimmerlika spjelkningsytan och de tvenne deremot rätvinkliga spjelkningsriktningarna (slaglinierna) lutande 81°—85° (l. c.), samt en yttre, till hvilken de spetsiga pyramidala kristallytorna hänvisa. Den förra grundformen bildas af de fysiska, egentliga grundmolekylerna, den senare af de deraf sammansatta kristallmolekylerna. Den negativa opt. medellinien är normal mot den tydligaste spjelkningsytan såsom hos bastit och glimmer.

2. **Titanit-Lievritgruppen.**

Titanit.

Titanit och lievrit äro visserligen till det yttre ganska olika, men visa sig dock i kristallokemiskt hänseende så nära förvandta, att de kunna sammanföras

till en grupp inom metalloliternas klass, analog med epidot-zoisitgruppen inom krystalloliternas.

Titaniten uppträder likasom de kristalliserade mineralierna i allmänhet i tvenne formtyper: den ena hos de invuxna, den andra hos de påvuxna kristallerna, af hvilka den förra såsom vanligt skiljer sig från den senare genom en dubbelt så stor hufvudaxel, om de hänföras till den af Dana eller Des Cloizeaux uppstälda grundformen i st. f. den af Rose, hvars mindre naturenlighet för den egentliga titaniten framgår af den komplicerade formeln på den hos både in- och påvuxna kristaller uppträdande hufvudformen n, enl. Rose's grundform $= ab_2c_3\,(^2/_3P2')$, enligt Dana's $= a_2b_2c\,(-2P)$, enl. Des Cloizeaux's $= abc$ $(-P)$; af de tvenne sistnämnda beteckningssätten har man sålunda att använda det förra för den hos påvuxna, det senare för den hos invuxna vanligen såsom rådande form uppträdande hemipyramiden n, eller med andra ord grundmolekylen hos invuxna titanitkristaller är lika med tvenne molekyler af den hos de påvuxna förenade i hufvudaxelns riktning. För denna senare utgör axelförhållandet

$$a : b : c = 0{,}7547 : 1 : 0{,}4271;\ \beta = 60^0\,17'.$$

Titaniten närmar sig i afseende på vinkeln β till epidot och orthoklas, och motsvarar sålunda dessa silikater i den orthodiagonala zonen. Dock bör märkas, att det egentligen är zonerna ab—c och $\bar{a}b$—c hos titanit, som böra jemföras med zonen a—c hos de nämnda mineralierna, alldenstund $ab : c = 65^0\,30'$ är ganska nära lika med vinkeln $a : c$ hos de förra. Zonerna ab—c $(\infty P$—$0P)$ kunna då jemföras äfven med reguliära rhomdodekaëder- (oktaëderkant-) zoner, och skilja sig från dem lika mycket som zonen a—c hos orthoklas, i det att vinkeln mellan $a_2b_2c\,(n)$ och $\bar{a}bc\,(l)$ d. ä. de två rådande hemipyramiderna hos resp. in- och påvuxna kristaller, är $= 78^0\,50'$ eller $8^0\,18'$ skild från oktaëdervinkeln $70^0\,32'$. Märkas kan i samband härmed, att man hos titanit i zonen ab—c stundom finner en inre strukturyta, så t. ex. hos Pargas-titaniten, af Levis o. a. äfven angifven såsom otydlig kristallyta, motsvarande en trubbig negativ pyramidyta, som med den pos. pyramidytan l bildar en vinkel närmande sig mera till oktaëdervinkeln än den nyssnämnda, och sålunda motsvarande de ofvanföre i zonen a—c hos orthoklas anförda strukturytorna. Vid denna jemförelse mellan titanitformen och en reguliär kristallkombination kommer äfven pinakoïdytorna a och c att i det närmaste sammanfalla med dodekaëderytor samt b med en oktaëderyta. Man finner häraf, att hos titanit likasom mer eller mindre hos kristalliserade mineralier i allmänhet ett närmande

eger rum till en reguliär kristallisation, hvilket talar för deras uppbyggande af reguliära elementaratomer.

På grund af nämnda analogi med orthoklas och epidot har man skäl att tänka sig äfven titanitens grundform i likhet med de förras delad i tvenne, i kristallokemiskt hänseende olika hälfter. Härför talar äfven den kemiska sammansättningen, som kan fördelas på tvenne hälfter: $Ca\,Ti_2\,O_5 + Ca\,Si_2\,O_5$ eller $2\,Ca\,Si\,O_3 + 2\,Ti\,O_2$. Tänka vi oss nu i analogi med förhållandet hos pyroxen $\bar{a}b = Ca$, så kunna vi, på grund af likheten i vinklar mellan normalerna till de två allmännast förekommande hemipyramiderna hos titanit $a_2b_2c\,(-2P) = 43^0\,48'$ och $\bar{a}bc\,(+P) = 46^0\,8'$ å ena sidan, de till grundpyramidytorna för anatas $(= 43^0\,24')$ och qvarz $(= 46^0\,26')$ å den andra, sätta $a_2b_2c = Ti$ och $\bar{a}bc = Si$, samt komma då till en kristallokemisk strukturformel för titanit analog med den för monoklin pyroxen (25), i det att den ena (bakre) hälften är lika ($\bar{a}b$ och $\bar{a}\bar{b} = Ca$, $\bar{a}bc$ och $\bar{a}\bar{b}c = Si$), den främre åter i st. för Mg eller Fe $(= ab)$ utgöres af Ti (a_2b_2c och a_2b_2c). Detta bestyrkes deraf, att de reciproka värdena för normalerna till nämnda grundpyramidytor (l) och (n) äro nära lika hvarandra, såsom man à priori har skäl att förmoda vara fallet med de kristallostatiska uttrycken för de tvenne analoga elementerna Si och Ti, då de såsom här motsvara hvarandra inom atomkomplexen eller hafva en analog ställning, samt vidare deraf att dessa reciproka värden förhålla sig till det för $\bar{a}b$-normalen $(= Ca)$ i det närmaste $= 3 : 2$, i öfverensstämmelse med förhållandet hos pyroxen, såsom följande sammanställning af dessa normaler utvisar:

$$\bar{a}b' = Sin\,33^0\,15' = 0{,}5483\,(3).$$
$$\bar{a}bc' = Sin\,23^0\,7' = 0{,}3918\,(2{,}14).$$
$$abc^2 = Sin\,21^0\,54' = 0{,}3730\,(2{,}04).$$

Man kan på grund häraf anse, att Ti- och Si-atomerna angripa med en yta (= 3 dynamider) Ca-atomen åter med en kant (eller med 2 dynamider).

Ehuru nu sålunda de tvenne hemipyramiderna l och n i kristallokemiskt hänseende hafva lika betydelse, hafva de dock såsom ofvan antydts i yttre kristallografiskt hänseende en olika sådan, i det att titanitens ofvan framstälda molekylarform är hemimorf och såsom sådan uppträder hos påvuxna kristaller med $l = +P$, $n = -2P$, men blir genom tillkomsten af den motsvarande hälften hos invuxna kristaller holomorf med $n = -P$, $l = \frac{1}{2}P$. Hos de förra är l grundform och i enlighet härmed rådande form, n sekundär och underordnad, hos de invuxna kristallerna är åter förhållandet tvärtom.

Äfven det optiska förhållandet talar för denna åsigt om titanitens molekylära konstitution, alldenstund den största elasticitetsriktningen går i den spetsiga, den minsta i den trubbiga vinkeln $a : c$ analogt med förhållandet hos pyroxen, och således den förra är riktad mot *Si*-, den senare mot *Ti*-atomerna, hvilka såsom varande af metallisk natur hafva relativt mindre etermängd resp. eterelasticitet än de förra. Härför talar äfven titansyrans ungefär dubbelt så stora spec. brytningsförmåga som kiselsyran ($= 0{,}411 : 0{,}201$). I riktning mot *Ti*-atomerna måste sålunda en betydligt större brytningsexponent och i proportion mindre eterelasticitet förefinnas än i den motsatta mot *Si*-atomerna svarande riktningen i symmetriplanet, och i sjelfva verket är dubbelbrytningen hos titanit ganska betydlig ($\gamma - \alpha = 0{,}121$), Sannolikt beror äfven på denna betydliga åtskilnad mellan *Si* och *Ti* i optiskt hänseende den ytterst starka dispersionen af de optiska axlarna hos titaniten.

Greenovit är en manganhaltig titanit, hos hvilken *Mn* substituerar *Ca* analogt med förhållandet hos manganepidot.

Yttrotitanit. Hos denna afart af titanit tillkomma åter Al_2, Fe_2 och Y_2, hvilka synas t. e. d. ersätta *Ti*, dock väl icke i samma ställning som denna utan i likhet med förhållandet hos pyroxenamphibolgruppen motsvarande riktningen *ab* (*ab*) i den negativa (främre) hälften af grundmolekylen eller förenade till en dubbelatom motsvarande den mellanliggande riktningen *a* eller normalen till *a*-pl. (orthopinakoïden). Al_2 och Fe_2 ingå äfven i den under namn af *Grothit* bekanta titanitarten. I titanitgruppen kan således i likhet med förhållandet inom föregående grupp Al_2 eller i allmänhet $\overset{III}{R}_2$ ingå i grundmolekylen utan synnerlig förändring af dess form.

Till yttrotitaniten ansluter sig den af Brögger (Mineral. d. südnorw. Augitsyenite) anförda cerhaltiga s. k. *eukolit-titaniten,* hvilken såväl i kristallografiskt som optiskt hänseende föga skiljer sig från den vanliga titaniten; detta talar för att *Ce* här intager samma ställning inom atomkomplexen som ofvannämnda treatomiga elementer. En med denna i afseende på den betydliga pelarformiga utsträckningen i *c*-axeln analog afart är den af W. Ramsay i form af invuxna kristaller (ab . a . a_2b_2c) i nephelinsyenit från Kola-halfön funna titaniten.

Starkare cerhaltig synes åter den titanit vara, som tillsammans med ett nytt uranhaltigt euxenitartadt mineral blifvit af G. Lisitzin funnen i pegmatitgranit från Impilaks. Den uppträder i stora kristaller af den vanliga, hos titanit i granit förekommande formen. Till dess cerhalt kan man sluta af de tydliga absorbtionslinier, som visa sig i tunna plattor deraf i ett vanligt hand-

spektroskop, liknande dem som cerit, parasit, m. fl. starkt cerhaltiga mineralier visa. Äfven den betydliga spec. vigten (4,74—4,8) häntyder härpå.

Guarinit. Detta förut såsom tetragonalt, sedermera af v. LANG såsom rhombiskt bestämda, med titanit i kemiskt hänseende öfverensstämmande mineral synes, såvidt man af den ofullständiga kännedomen derom kan sluta, förhålla sig till titanit på samma sätt som zoisit till epidot eller rhomb. pyroxen till monoklin. GROTH (Tabellar. Uebersicht) anser visserligen, att ingen likhet förefinnes mellan de förra i kristallografiskt hänseende. En sådan kan man dock finna, om man i det af GROTH angifna axelförhållandot i st. f. a sätter $\frac{1}{2}a$, och i st. f. c, $2c$, då man kommer till axelförhållandet 0,494 : 1 : 0,742, som närmar sig till titanitens axelförhållande enl. ROSE's grundform (se nedanföre). Guariniten bildar sålunda en öfvergång från titanit till lièvrit, i det att den i kemiskt hänseende ansluter sig till den förra, i kristallografiskt till den senare.

Lièvrit.

Öfverensstämmelsen mellan lièvrit och titanit visar sig af följande sammanställning mellan dess axelförhållande samt det af titanit och yttrotitanit i enlighet med ROSE's grundform:

Titanit $a : b : c = 0{,}4272 : 1 : 0{,}6575$; $\beta = 85^0\ 22'$.
Yttrotitanit $a : b : c = 0{,}430 : 1 : 0{,}649$; $\beta = 87^0\ 50'$.
Lièvrit $c : b : a = 0{,}4427 : 1 : 0{,}6665$; $\beta = 90^0$.

Då a i ROSE's grundform motsvarar c i DANA's, och den deremot svarande axelriktningen hos lièvrit utgör hufvudaxel eller den riktning i hvilken kristallerna äro pelarformigt utsträckta, så kommer således prismariktningen hos lièvrit att motsvara prismazonen hos titanit enl. den sistnämnda grundformen, såsom ock utvisas af de nära lika prismavinklarna (resp. $67^0\ 22'$ och $66^0\ 27'$).

Likasom yttrotitaniten sålunda i kristallografiskt hänseende bildar en öfvergång från den egentliga titaniten till lièvrit, så bildar den äfven i likhet med andra jernhaltiga titaniter genom sin halt af Fe_2 i kemiskt hänseende en sådan, och då titanhalten minskas i proportion af tillkomsten af Fe_2 samt vidare vinkeln β aftar, synes således Ti betinga den monoklina formen hos titaniten, lika-

som den ofvannämnda ainigmatitens triklina form. Hufvudskilnaden mellan titanit- och lièvritmolekylen synes sålunda bestå deri, att den förra utgöres af tvenne olika, den senare af tvenne lika hälfter, motsvarande titanitmolekylens SiO_2-hälft, med $abc = Si$, $ab = Fe$, $b = Ca$, $a = Fe_2$ i analogi med atomlagringen hos Danburit (se denna), samt i enlighet med lièvritens kemiska konstitution:

$$H_2\,Ca_2\,Fe_4\,Fe_2\,Si_4\,O_{18}.$$

Denna formel är analog med zoisit-epidotformeln, i det den kan sättas under formen:

$$H_2\,Ca_2\,Fe_2\,Si_2\,O_{10} + 2\,(Fe_2\,Si\,O_4),$$

d. ä. datholit-gadolinitmolekylen förenad med den af olivin i stället för den af anorthit hos epidot-zoisit. I analogi med förhållandet hos dessa senare har man skäl att tänka sig H_2O i form af hydroxyl (H_2O_2) såsom kärnmolekyl inom atomkomplexen.

Kentrolit ($Mn_2\,Pb_2\,Si_2\,O_9$) kan lämpligast här få sin plats såsom motsvarande ena delen af lièvritmolekylen, utan H_2O, äfvensom af epidot-zoisit eller datholit, med hvilken sistnämnda den äfven öfverensstämmer i afseende på prismavinkeln $ab : ab = 64^0\,42'$, hvilken närmare öfverensstämmer med datholitprismat ($64^0\,38'$) än den hos lièvrit ($ab = 67^0\,22'$) samt den hos titanit ($66^0\,29'$). Den bildar sålunda i sjelfva verket en länk i den serie af metalloliter, hvilkas prismazoner motsvara zonen $a : c$ (= omkr. 64^0) hos fältspatsarterna.

3. **Olivin-Dioptasgruppen.**

Likasom den första gruppen (pyroxen-amphibolgruppen) i sin prismazon visar öfverensstämmelse med zonen $b : c$ hos fältspat och dymedelst inom metalloliternas klass motsvarar de analoga inom föregående klasser, samt vidare titanit-lièvritgruppen med zonen a—c, så kan man hos ifrågavarande 3:dje grupp finna en öfverensstämmelse mellan en hufvudzon och zonen a—b hos fältspat. Hithörande silikater äro sålunda analoga med cordierit-turmalin samt granat t. e. d. och kunna i enlighet dermed fördelas på tre underafdelningar: rhombiska, rhomboëdriska och hemiëdriskt reguliära arter.

Rhombiska och monoklina arter.

Olivin (Forsterit, Hyalosiderit, Fayalit, Knebelit, Tephroit m. fl.) bildar en serie af isomorfa föreningar från den rena *Mg*-olivinen (Forsterit) genom *Fe*-olivinen (Fayalit) till *Mn*-olivinen (Tephroit), hvilka samtligen låta förena sig under den gemensamma empiriska formeln $\overset{II}{R}_2 \, Si \, O_4$. Denna måste dock multipliceras med 4 i likhet med förhållandet hos rhombiska silikater i allmänhet, och man kommer då äfvensom med beaktande af olivinens isomorflsm med chrysoberyll och dess analogi med cordierit till den fysiska molekylarformeln:

$$4 \, \overset{II}{R}_2 \, Si \, O_4 = 2 \, \overset{II}{R} \, \overset{II}{R}_3 \, Si_2 \, O_8,$$

hvilken motsvarar cordieritformeln $2 \, Mg \, Al_2 \, Si_2 \, O_8 \, (+ Si \, O_2)$.

Att olivin äfven i kristallografiskt hänseende kan paralleliseras med cordierit utvisar följande sammanställning af deras axelförhållande samt normalerna till grundformens ytor:

Cordierit.	Olivin.
$a : b : c = 0{,}5870 : 1 : 0{,}5585.$	$c : b : a = 0{,}5865 : 1 : 0{,}4657.$
$b = 1.$	$b = 1.$
$ab = Sin \, 30^0 \, 25' = 0{,}5063.$	$bc = Sin \, 30^0 \, 24' = 0{,}506.$
$bc = Sin \, 29^0 \, 11' = 0{,}4876.$	$a = 0{,}466.$

Att detta axelförhållande verkligen, såsom ock allmänt antages, uttrycker olivinens grundform, utvisas af kristallernas utsträckning parallelt med de kortare axlarna *a* och *c*, samt spjelkbarheten normalt mot den längsta *b*. F. ö. kan märkas, att man här såsom vanligt kan göra skilnad mellan det trubbiga domat $bc \, (h)$ hos påvuxna kristaller och det spetsiga $b_2c \, (k)$, företrädesvis förekommande hos invuxna t. ex. de af hyalosiderit.

Olivin och cordierit äro sålunda fullt isomorfa i en zon, nämligen c—b (olivin) = a—b (cordierit), deremot endast närmelsevis (homöomorfa) i de tvenne andra hufvudzonerna. Då emellertid normalerna *a* och *bc* äro nära lika med $\frac{1}{2} \, b$, förhållande sig till hvarandra likasom de ofvannämnda normalerna hos cordierit, och då dessa senares reciproka värden kunna betraktas såsom de lineära måtten (atommetrarna) för cordieritens resp. elementaratomer, så hafva vi skäl att tillämpa ett motsvarande betraktelsesätt för olivinens grundmolekyl och sålunda sätta:

Cordierit. $b : bc : ab = Mg : Al_2 : Si,$ Olivin. $b : a : bc = Mg : Mg_3 : Si,$

hvilket motsvarar ofvannämnda formel : $2\ Mg$, $2\ Mg_3$, $4\ Si$; syreatomerna hafva vi här såsom i föregående dylika fall att tänka oss emellan de öfriga. Hufvudskilnaden mellan olivin och cordierit är sålunda den olika ställningen af Al_2 hos cordierit och den dermed eqvivalenta atomkomplexen Mg_3 hos olivin samt frånvaron af kärn- eller centralmolekyl hos olivin. Härpå beror antagligen den hos olivin oftare än hos cordierit förekommande tvillingsbildningen med *bc* såsom tvillingsyta, motsvarande den hos vulkanisk cordierit samt hos chrysoberyll förekommande pseudohexagonala tvillingsbildningen (se Kalkowsky, Ueber Olivinzwillinge in Gesteinen; Zeitschr. für Krystallogr. Bd. 10).

Äfven i optiskt hänseende förefinnes en motsvarighet mellan olivin och cordierit, i det att opt. axelplanet är = de motsvarande planen, resp. *c*- och *a*-pl., men en olikhet deri, att under det att den största opt. elasticitetsriktningen hos cordierit är = *c*-axeln, den motsvarande *a*-axeln hos olivin utgör den minsta elasticitetsriktningen, hvilket kan sammanställas med olikheten i optiskt hänseende mellan Al_2O_3 och $3\ Mg\,O$. I samband härmed står väl äfven den betydligt större dubbelbrytningen hos olivin än den hos cordierit, i det att $\gamma - \alpha$ hos den förra är = 0,036, hos den senare = 0,009.

Särskildt talande för denna analogi mellan olivinens och cordieritens molekylarkonstitution är att den förras metamorfos i serpentin fullkomligt motsvarar den senares i muscovit, i det att i hvardera fallet den mot den längsta molekylarriktningen *b* svarande, och sålunda med den minsta attraktionskraft med den öfriga atomkomplexen förenade radikalen Mg (resp. Fe) bortgår och ersättes af H_2.

Olivin. Serpentin.

$$Fe\,Mg_3\,Si_2\,O_8 + 2\,H_2\,O = (H_2\,Mg_3\,Si_2\,O_8 + \text{aq}) + Fe\,O.$$

Denna formel för olivin utgör uttrycket för den med maximum af jernhalt, om man nämligen i likhet med Hintze (Handb. der Mineralogie) från den egentliga olivinen (Chrysolit, Peridot) eller Mg, Fe-olivinen frånräknar Hyalosiderit såsom en skild afart. Detta utvisas af följande sammanställning af den deraf beräknade sammansättningen och de tvenne (l. c.) meddelade analyserna af olivin med maximum af jernhalt ($Fe\,O$): I från anorthit-olivinfels i Norge, II från basalt i Syd-Chile.

Olivin ($Fe\,Mg_3\,Si_2\,O_8$):

	Beräknadt.	I.	II.
$Si\,O_2$	38,46	38,30	38,47
$Mg\,O$	38,46	38,29	37,62
$Fe\,O$	23,08	24,02	24,83
	100,00	100,61	100,92

De egentliga olivinarterna kunna på grund häraf betraktas såsom molekylarföreningar mellan $Mg\,Mg_3\,Si_2\,O_8$ samt $Fe\,Mg_3\,Si_2\,O_8$, och de mera jernhaltiga (Hyalosiderit, Hortonolit, Fayalit) såsom föreningar mellan $Fe\,Mg_3\,Si_2\,O_8$ och $Fe\,Fe_3\,Si_2\,O_8$, hvartill kommer $Mg\,Mn_3\,Si_2\,O_8$ i Knebelit, Tephroit samt Stirlingit (Roepperit), i den sistnämnda med *Mn* delvis ersatt af *Zn*.

Ofvannämnda uppfattning af olivinens kristallokemiska konstitution kan äfven förklara dess förhållande till amphibol, hvilken som bekant stundom anträffas i pseudomorfoser deraf, i enlighet med följande eqvation:

$$\underset{\text{Olivin}}{Fe\,Mg_3\,Si_2\,O_8} + Ca\,Si_2\,O_5 = \underset{\text{Amphibol.}}{Ca\,Mg_3\,Si_4\,O_{12}} + Fe\,O.$$

Här är det således ock den i *b*-riktningen varande radikalen som utvexlas. Man kan häraf äfvensom af de lika vinklarna, $b_2c : b_2c = 59^0\,34'$ (amphibol) och $bc : \bar{b}c = 58^0\,22'$ (olivin), sluta till en analogi i afseende på atomläget mellan amphibol och olivin, nämligen $b = Ca$, $a = Mg_3$ (resp. Al_2) samt $b_2c = Si_2$ hos den förra, hvartill man delvis redan af förhållandet till pyroxen kan sluta.

Monticellit ($Mg\,Ca\,Si\,O_4$) skiljer sig såväl kristallografiskt som kemiskt så mycket från olivin, att den bör skiljas derifrån såsom ett särskildt species eller rättare genus, samt kan betraktas såsom en mellanlänk mellan denna och rhombisk pyroxen, hvilken den liknar deri, att prisma och pyramid äro af olika ordning. Sätter man dessa lika med resp. *ab* och a^2bc kommer man till axelförhållandet:

$$a : b : c = 0{,}867 : 1 : 0{,}576.$$

Denna öfvergång mellan olivin och enstatit kunde kristallokemiskt uttryckas genom att sätta $a = Mg$, $b = Ca$, $bc = Si$, hvarigenom sålunda de resp. elementaratomerna komma att i likhet med förhållandet hos olivin intaga en pinakoïdal (normal) ställning i motsats till den prismatiska (diagonala eller anormala) ställningen hos enstatit.

Chondrodit (Humit, Klinohumit) ansluter sig så nära till olivin, att man har skäl att förvåna sig öfver att detta ännu icke är allmänt antaget. Denna

förvandtskap yttrar sig icke blott kemiskt och kristallografiskt utan ock i afseende på förekomstsättet, i det att de förekomma tillsammans i kristallinisk kalksten i form af korn eller mer och mindre tydliga kristaller samt hvardera delvis förvandlade i serpentin, i hvilket fall det är svårt att särskilja dem. Såsom jag redan i min Mineralkarakteristik (1881)*) antydt kan förhållandet mellan olivin och de tre chondrodit- resp. humittyperna enklast uttryckas sålunda, att $a:b$ hos dessa är $= 2a:b$ hos olivin. Denna fördubbling af olivinmolekylen i a-axelns riktning kan tillskrifvas den i denna riktning befintliga atomkomplexen Mg_3, som härvid verkar såsom Al_2 t. ex. i glimmermolekylens c-riktning. En sådan sammanslutning af tvenne fysiska molekyler till en kristallmolekyl förefinnes väl redan hos sådana olivinkristaller, hvilka förete en tafvelformig utbildning af a-pl. Hos chondrodit måste man dock tänka sig en intimare förening eller beröring af de enkla molekylerna till en fysisk dubbel resp. tripelmolekyl. Tänker man sig nu till denna dubbelmolekyl en dylik lagd på ömse sidor derom i c-axelns riktning, så kommer man först till den form, som tillika med den enkla grundformen ($2a:b:c = 0{,}9257:1:0{,}582$) ligger till grund för de för samtliga tre typer gemensamma genomträngnings-tvillingarna med tvillingsytor (bc^3 och bc) med nära 60° resp. 120° vinklar; detta häntyder på att dessa bc-ytor hos chondrodit likasom hos olivin äro molekylarriktningar eller motsvara Si-atomerna, och att således utbildningen i zonen b—c är i det närmaste hexagonal. Tänker man sig nu vidare till denna kärnmolekyl ($=2a:b:3c$) ytterligare resp. 1, 2 eller 3 enkla sådana molekyler ($= 2a:b:c$) lagda på båda sidor derom i c-axelns riktning, så kommer man slutligen till de tre typerna såsom följande sammanställning utvisar:

Chondrodit	$a:b:c =$	$0{,}9257:1:$	$2{,}911$	$(= 5 \,.\, 0{,}582)$.
Humit	„ =	„ „	$4{,}074$	$(= 7 \,.\, 0{,}582)$.
Klinohumit	„ =	„ „	$5{,}238$	$(= 9 \,.\, 0{,}582)$.

Här ter sig således samma förhållande som hos staurolit (se ofvanföre), d. ä. vi hafva hos de tre chondrodit-arterna att särskilja tvenne grundmolekyler: en inre kärn- eller centralmolekyl, motsvarande 3 olivinmolekyler, gemensam för alla tre typerna och liggande till grund för deras tvillingsbildningar samt en yttre med ytterligare resp. 2, 4 eller 6 olivinmolekyler eller i sin helhet 5, 7 eller 9 enkla mot dessa senare svarande molekyler förenade i c-axelns

*) Typerna I och II äro här betecknade omvändt mot det af v. RATH antagna beteckningssättet: I för Humit, II för Chondrodit.

riktning; den mest komplicerade, klinohumiten (typus III), är således lika med tre kärnmolekyler ($2a : b : 3c$), och står således i samma förhållande till dessa som biotitmolekylen till den från fältspatsformen härledda enkla monokl. molekylen. Äfven dessa yttre grundmolekyler förete i sin molekylarstruktur en pseudohexagonal eller anormal utbildning, i det att parametrarna i de ytrika formserierna följa på hvarandra i förhållandet $1 : \frac{1}{3} : \frac{1}{5} : \frac{1}{7}$.

Chondrodit och klinohumit äro monoklina; dock förete de i afseende på vinklarna en fullt rhombisk symmetri eller rätvinklighet mellan *b*- och *c*-riktningarna, så att man blott af opt. axelplanets lutning (30^0—10^0) mot *c*-planet, som är tydligt spjelkningsplan, samt af tvillingsbildningen parallelt med detta plan äfvensom af den yttre kristallografiska formbildningen, den af NAUMANN s. k. monoklina meroëdrin, kan sluta till den monoklina formen hos dessa tvenne afarter, till skilnad från den såväl till det yttre som i optiskt hänseende rhombiska humiten. För att bestämdare uttrycka de förras monoklina natur sätter DES CLOIZEAUX den ena af de tvenne mot humitens brachydomer svarande hemidomerna såsom orthopinakoïd, hvars vinkel mot *c*-pl. hos chondrodittypen är i det närmaste lika med en oktaëderkantvinkel.

Denna uppfattning af chondroditarternas inbördes förhållande samt till olivinen i kristallografiskt hänseende bestyrkes af det kemiska förhållandet. I detta afseende har den redan af v. RATH uttalade åsigten, att samtliga tre typerna kunna hänföras till en gemensam empirisk formel blifvit genom v. WINGARD's undersökning (Inaug.-Diss. 1884) bestyrkt. Denna formel kan nu uttryckas i enlighet med ofvannämnda uppfattning af chondrodit och olivin på följande sätt:

$$(Mg, Fe)_{19}\,Fl_4\,(OH)_2\,Si_8\,O_{32} = 2\,(2\overset{\mathrm{II}}{R}\,Mg_3\,Si_2\,O_8) + Mg_3\,Fl_4\,(OH)_2$$

d. ä. 2 mol. olivin med en magnesiumfluorhydroxyl-förening, hvilken senare väl här som i föregående dylika fall spelar rollen af kärnmolekyl eller föreningslänk i den komplex af 5, 7 eller 9 molekyler, som vi på grund af det kristallografiska förhållandet hafva skäl att tänka oss konstituera de tre typerna, hvarvid tripelmolekylen Mg_3 väl äfven här närmast utgör den egentligen förbindande länken. Märkas kan härvid, att då talet 7 utgör medeltalet mellan 5 och 9 man äfven kunde tänka sig den rhombiska humitens grundform uppkommen genom sammansättning af de tvenne monoklina chondrodit- och klinohumitmolekylerna i omvänd ställning, en åsigt som ansluter sig till den af MALLARD (Bull. Soc. min. 1884 och 86) uttalade, och som f. ö. äfven står i öfverensstämmelse med det ofvan antagna förhållandet mellan rhombisk och mono-

klin pyroxen; för denna åsigt synes äfven den omständighet tala att enl. Scacchi humit-typen enl. regeln utesluter de tvenne andra på hufvudfyndorten vid Vesuvius (Monte Somma). Härvid måste man dock uppfatta förhållandet mellan de tre afarterna icke rent atomistiskt eller molekylärt utan dynamiskt i öfverensstämmelse med min uppfattning af idokrasens grundform (se denna). Sätter man de tvenne hälfterna i ofvannämnda formel: $2\,(2\,\overset{II}{R}\,Mg_3\,Si_2\,O_8) = A$, $Mg_3\,Fl_4\,(OH)_2 = B$, så kunde man i enlighet härmed uttrycka förhållandet mellan de tre typerna på följande sätt:

Chondrodit. Klinohumit. Humit.

$$5\,(A + B) + 9\,(A + B) = 2\,.\,7\,(A + B).$$

I samband härmed kan märkas, att den ringa skilnaden mellan grundmolekylen $2a : b : c$ hos chondroditarterna och den motsvarande hos olivin i afseende på c-axeln kan antagas bero af tillkomsten af delen B hos de förra, hvarigenom den molekylära kraften i denna riktning ökas och molekylaraxelns storlek relativt minskas.

Rhomboëdriska arter.

Willemit $= Zn_2\,Si\,O_4$ samt *Troostit* $= (Zn, Mn)_2\,Si\,O_4$ höra till samma isomorfa serie samt förutsätta tillvaron af ett enkelt $Mn_2\,Si\,O_4$. De stå påtagligen till olivin i samma förhållande som turmalin till cordierit d. ä. deras grundform eller grundmolekyl utgöres af tre delar (partialmolekyler), enhvar motsvarande en half olivinmolekyl af monoklin formtyp eller snarare, på grund af deras enl. all sannolikhet i likhet med den med dem homöomorfa phenakiten tetartoëdriska form, fjerdedelen deraf således med triklin formutbildning. Hänför man nämligen grundformen $\bar{a}b\,.\,a\,(\infty P2\,.\,R)$ i st. f. till det hexagonala axelförhållandet $a : c = 1 : 0{,}6698$ till ett rhombiskt axelförhållande, så erhåller man förhållandet $a : b : c = 0{,}5774 : 1 : 0{,}3867$, som närmar sig till olivinens axelförhållande $c : b : a$ (se ofvan), särskildt i c-axelns zon, motsvarande den mimetiskt hexagonala a-zonen hos olivin, hvilket förklaras deraf, att de mot ytorna i denna zon svarande Si-atomerna äro lika för de rhombiska och rhomboëdriska arterna i denna grupp, de mot a-ytan eller dess normal hos olivin, och således c-normalen hos willemit och troostit, svarande basiska radikalerna olika såväl i qvalitativt som qvantitativt hänseende. Af denna jemförande betraktning kunna vi sålunda sluta, att de rhomboëdriska arternas molekyl är $= {}^3/_4$ af den rhombiska eller $= 3\,R_2\,Si\,O_4$, hvaraf en tetartoëdriskt rhomboëdrisk formkomplex kan

uppbyggas med hvarannan yta af $\infty P2$ ($\bar{ac}$, $\bar{ab}$, $\bar{bc}$) motsvarande en Si-atom samt $2\overset{II}{R}_3$ motsvarande c-pl. resp. dess normal. Till karakteriserande af grundformen hos ifrågavarande rhomboëdriska silikater, kan f. ö. märkas, att man, om man med LÉVY tager den rådande rhomboëdern $^3/_4 R$ till grundform, kommer till c-normalen $= 0{,}502$, som står i enkelt förhållande till den mot Si-atomen svarande normalen till deuteroprismat ($\bar{ab}$), hvaraf man kan sluta till förhållandet af de molekylära krafterna $c : \bar{ab} = 2 : 1$.

Phenakit ($Be_2\,Si\,O_4$) har något mindre hufvudaxel än föregående ($c = 0{,}661$) samt är tydligen rhomboëdriskt tetartoëdrisk. Samma åsigt som för föregående kan väl äfven tillämpas på denna arts kristallokemiska förhållande nämligen att $3\,Si$ motsvarar det trigonala deuteroprismat samt $2\,Be_3$ c-planen. Försöker man att i likhet med föregående opt. enaxliga kristaller inom geoliternas klass på grund af denna åsigt om atomgrupperingen inom grundmolekylen och med spec. vigten satt $= 2{,}97$ beräkna ω och ε kommer man till resp. värdena $1{,}624$ och $1{,}705$, hvilka närma sig de af DES CLOIZEAUX och HAIDINGER funna $\omega = 1{,}65$—$1{,}67$, $\varepsilon = 1{,}67$—$1{,}69$. Den minsta elasticitetsriktningen hos phenakit likasom hos de tvenne föregående går i c-axelns riktning, och denna öfverensstämmer således optiskt likasom kristallokemiskt med a-axelns riktning hos olivin. Den kristallokemiska motsatsen mellan de tvenne ytriktningarna, basiska och prismaplanen hos phenakit, hvilka enligt ofvannämnda åsigt motsvara resp. Be_3 och Si, har sin motsvarighet i den af HANKEL funna olikheten i pyroelektriskt hänseende, i det den nämligen vid afsvalning visar pos. elektricitet i ändan af hufvudaxeln, negativ på prismaytorna.

Dioptas ($H_2\,Cu\,Si\,O_4$) kan väl icke mer betecknas såsom isomorf eller ens homöomorf med föregående, men ansluter sig dock så nära till dem, att den kan hänföras till samma familj. Den mot de föregåendes grundrhomboëdrar svarande rhomboëdern hos dioptas ger $c = 0{,}5342$ (BREITHAUPT). Till följe deraf, att dioptaskristallerna mestadels uppträda såsom invuxna, förekommer dock vanligen icke denna utan den första spetsigare rhomboëdern $-2R$ med $84^0\,33'$ vinkel. Blott från Copiapo i Chile anför v. RATH (Zeitschr. für Krystallogr. V. 258) påvuxna kristaller i hålrum i qvarz, och hos dem anträffas den trubbigare rhomboëdern R med $53^0\,36'$ rhomboëdervinkel samt med tydligt spjelkbara ytor. Denna bör väl sålunda betecknas såsom grundrhomboëder, hvars skiljaktighet från föregående förklaras af den olika kemiska sammansättningen, i det vi här utom de icke direkt på kristallformen inverkande syreatomerna hafva tre olika elementer samt af enhvar tre atomer, hvilka vi i analogi med den likaledes tetartoëdriska turmalinen hafva skäl att tänka oss sålunda förde-

lade, att 3 *Si* motsvara hvarannan yta af deuteroprismat såsom hos föregående, men af de öfriga till skilnad från dem 3 *Cu* motsvara grundrhomboëderytorna samt de 3 H_2 hvarannan kantriktning af deuteroprismat, resp. motsvarande trigonala protoprisma i analogi med förhållandet hos biotit (se dess strukturformel).

Dioptasen företer en betydlig åtskilnad mellan den i hufvudaxelns riktning gående minsta eterelasticiteten och den deremot rätvinkliga ($\varepsilon = 1{,}723$, $\omega = 1{,}667$ Miller), hvilket står i öfverensstämmelse med åtskilnaden mellan den metalliska mot ändytorna svarande radikalen och de icke-metalliska vid sidorna stående. I pyroelektriskt hänseende visar den en motsats till phenakit, i det den enl. Hankel vid afsvalning företer i ändarna negativ, på sidoytorna positiv elektricitet.

Slutligen kan märkas, att dioptas likasom äfven phenakit redan af Breithaupt hänfördes till de optiskt enaxliga kristaller, som förete anomal opt. tvåaxlighet, hvilket väl beror på sönderfallandet af grundmolekylen i dess tre optiskt tvåaxliga delar.

Reguliär art.

Eulytin ($Bi_4\,Si_3\,O_{12}$) kan anses förhålla sig till föregående rhomboëdriska arter såsom sodalit till nephelin. Eulytin kristalliserar visserligen icke i rhombdodekaëdrar såsom sodaliten utan i trigondodekaëdrar, hvilken åtskilnad dock kan sammanställas med den olika förekomsten af sodalit i invuxna, eulytin i form af påvuxna kristaller. Eulytinkristallen kan sålunda betraktas såsom sammansatt af 4 rhomboëdriska kristallindivider, och dess grundmolekyl kan i enlighet härmed sättas $= 4\,Bi_4\,Si_3\,O_{12}$, hvarvid på grund af det föregående de 12 *Si*-atomerna komma att motsvara rhombdodekaëderytorna samt de 4 Bi_4 tetraëderytorna. Rhombdodekaëdern, trigondodekaëdern och hexaëdern komma dervid att förhålla sig till hvarandra såsom R, $-\frac{1}{2}R$ och $-2R$ hos föregående, samt skilja sig ock i afseende på vinklarna från motsvarande former hos dioptas blott omkring 5^0.

Ett väsendtligt stöd för denna åsigt om förhållandet mellan eulytin och de föregående rhomboëdriska silikaterna lemnar den af Bertrand (Bull. Soc. min. 1881) gjorda iakttagelsen, att eulytin är optiskt anomal samt företer i snitt parallelt med tetraëderytorna opt. enaxlighet i riktning af deras normaler, hvaraf kan slutas, att eulytinkristallen är sammansatt af fyra rhomboëdriska individer. Denna optiska enaxlighet synes dock i analogi med de i det föregående anförda anomalt reguliära kristallerna vara inskränkt till de från centrum utgående koniska delarna af den inre massan, hvilka begränsas af tetraëderytorna

såsom baser; den större, af trigondodekaëderytorna omfattade delen af kristallplattan, visar nämligen såsom redan BERTRAND funnit och R. BRAUNS (Die opt. Anomalien der Krystalle) närmare iakttagit en delning i tre opt. tvåaxliga fält motsvarande de tre trigondodekaëderytorna med utsläckning parallelt och normalt mot trigondodekaëderkanterna, af hvilka riktningar den senare motsvarar den minsta opt. elasticitetsriktningen.

Eulytinkristallen och dess molekyl måste sålunda i analogi med förhållandet hos helvin och danalit tänkas motsvara 4 hemimorft rhomboëdriska och dessa ytterligare tre monoklina delar (partialindivider resp. partialmolekyler). Denna uppfattning af eulytinens optiska anomali har så mycket mera skäl för sig som det i sjelfva verket finnes ett monoklint vismutsilikat: *Agricolit* med eulytinens kemiska sammansättning, som uppträder i form af bruna eller färglösa klot med radialt trådig struktur, och de trådiga individerna förete optiskt en monoklin karakter. Med afseende härpå kunde man hafva skäl att tänka sig eulytinens molekyl $= 12\ Bi_4\, Si_3\, O_{12}$.

Bihang: Hydrometalloliter.

Då de vattenhaltiga metalliska silikaterna äro jemförelsevis få och för det mesta utan tydlig kristallform samt derföre af underordnadt kristallokemiskt intresse, så skall jag här inskränka mig att närmare betrakta blott de tydligt kristalliserande såsom ett bihang till metalloliternas klass, närmast anslutande sig till de rhombiska och rhomboëdriska olivinarterna.

Rhombiska arter.

Calamin $(Zn_2\, Si\, O_4 + H_2\, O)$ öfverensstämmer i afseende på förhållandet mellan Zn och Si äfvensom till kristallsystemet med vanlig olivin, men skiljer sig från denna genom en väsendtligt olika grundform, hvilket väl kan sammanställas med vattenhalten, som enligt GROTH (Tabell. Uebers.) icke är kristallvatten utan konstitutionsvatten. En närmare bestämning af grundformen i kristallokemiskt hänseende låter sig dock icke göra, på grund af calaminens isolerade ställning och deraf följande brist på jemförelsepunkter; dock kan man finna en likhet mellan förhållandet $c : b = 0{,}4778 : 1$ hos calamin, enligt den af ROSE antagna grundformen, samt $a : b = 0{,}4657 : 1$ hos olivin. Den hemimorfism, som är så karakteristisk för calaminkristallerna med ab_2c-ytorna bildande den nedåt vända, vid afsvalning elektropositiva ändan, finner man stundom äfven hos olivin så t. ex. hos de stora invuxna kristallerna i en leucitlava från Vesuv.

Cerit $(Ce, La, Di)_2 Si O_4$ + aq. Denna betraktades tillförene af HAIDINGER såsom hexagonalt prismatisk, sedermera af A. NORDENSKIÖLD såsom rhombisk med nära 90° primavinkel. Man kunde på grund af dessa så olika uppgifter förmoda tillvaron af tvenne skilda isomera modifikationer förhållande sig till hvarandra såsom de rhomboëdriska till de rhombiska arterna inom olivindioptas-gruppen.

Till cerit synes den af FLINK funna *Harstigit* ansluta sig såväl med afseende på sina olivin liknande kristaller som i afseende på förhållandet mellan de basiska radikalerna Ca, Mn, Al, H_2 och $Si O_2$.

Rhomboëdriska arter.

Pyrosmalit öfverensstämmer med dioptas i afseende på axelförhållandet $a : c = 1 : 0{,}5308$, och man kunde derföre skrifva dess formel:

$$3\,[H_2\,(Fe, Mn)\,Si\,O_4] + (Fe, Mn)_2\,Si\,O_4 + (H\,O)_2\,Cl.$$

Dock visar sig å andra sidan en betydlig skiljaktighet i den öfvervägande utbildningen af bas. planet och protoprismat, i den tydliga spjelkbarheten parallelt med bas. planet samt i den negativa dubbelbrytningen, hvilket talar för att pyrosmalitmolekylen utgör en dubbel eller tripelmolekyl i hufvudaxelns riktning i likhet med glimmermolekylen. Multiplicerar man ofvannämnda formel med 3, så kommer man till 4 mot dioptas svarande molekyler med 3 $Cl\,(H\,O)_2$ såsom kärn- eller centralmolekyl. Tänker man sig dessa 4 molekyler förenade i hufvudaxelns riktning i analogi med förhållandet hos chondrodit och glimmer, så kommer man till $c = 2{,}12$, hvilket står i öfverensstämmelse med den tydliga basiska spjelkbarheten.

Till pyrosmalit ansluter sig *Friedelit* (BERTRAND), som äfvenledes har en till dioptas närstående grundrhomboëder, och hvars med pyrosmalitens beslägtade kem. formel, såsom redan DANA antydt, likaledes kan skrifvas i öfverensstämmelse med dioptasens formel.

Cronstedtit. Denna i hemimorfa spetsiga rhomboëdrar kristalliserande jernchlorit är analog med pennin, i det vinkeln mellan bas. planet och den spetsiga rhomboëderytan är $= 85^0\,12'$ (hos pennin $= 85^0$). Att denna den spetsigaste af de tre hos cronstedtit förekommande rhomboëdrarna med hufvudaxlarna $= 1 : 2 : 3$, är att betraktas såsom grundform (R), motsvarande således den hos glimmer och chloritarterna, och de tvenne öfriga såsom sekundära $= \frac{1}{2} R$ och $\frac{1}{3} R$, derför talar icke blott dess öfvervägande utbildning framför de tvenne

andra, utan särskildt den tydliga bas. spjelkbarheten, som förutsätter en betydlig längd hos c-axeln = 3,5 eller lika med den hos pennin; denna grundmolekyl är dock i öfverensstämmelse med förhållandet hos glimmer och chlorit att betraktas såsom sammansatt af tre eller två smärre sådana förenade i hufvudaxelns riktning. I likhet med glimmerarterna företer cronstedtit vidare slaglinier parallelt med prismat samt negativ dubbelbrytning. I afseende på spjelkningsbladens sprödhet ansluter den sig till sprödglimmerarterna.

På grund af den analogi, som förefinnes mellan cronstedtit och chlorit- resp. glimmerarterna är det sannolikt, att den äfven i kristallokemiskt hänseende eller i afseende på sin molekylarkonstitution skall med dem öfverensstämma. Detta framgår äfven af den kemiska sammansättningen. Om man nämligen multiplicerar den på JANOWSKY's analys grundade formeln med 3 i enlighet med det rhomboëdriska systemets symmetriförhållanden, så kommer man till formeln:

$$Fe_9\,(Fe_2)_3\,Si_6\,O_{30} + 12\text{ aq},$$

hvars särskilda elementaratomer kunna fördelas i enlighet med strukturformlerna för glimmer och chlorit sålunda, att de 6 Si-atomerna motsvara prismaytorna, de 3 $\overset{III}{Fe_2}$-atomerna rhomboëderytorna af $^1/_3\,R$ i ena ändan samt de 3 $\overset{II}{Fe_3}$ dem i den andra ändan; de 12 H_2O-molekylerna har man att tänka sig symmetriskt anordnade omkring atomkomplexen. Genom olikheten af jernatomerna i molekylens båda ändar förklaras hemimorfismen.

Till cronstedtit ansluta sig de kristalliniska metalliska chloriterna, hvilka visserligen öfvergå i de icke-metalliska, men i allmänhet skilja sig från dem genom en högre jernhalt och deraf följande större spec. vigt (> 3). Såsom bildande en öfvergång mellan de förra och de senare kan den af mig i förvittrad olivindiabas från Eura funna *Euraliten* betecknas, hvars kem. sammansättning närmar sig till cronstedtitens, men innehåller Mg såsom delvis substituerande Fe samt Al_2 öfvervägande Fe_2. Äfven *Delessit* innehåller mera Mg och Al_2 än Fe och Fe_2. Deremot äro *Grengesit*, *Thuringit*, *Strigovit* m. fl. att betraktas såsom metalliska chloriter.

Stilpnomelan. Denna visar något tydligare än de senast anförda chloriterna sin tillhörighet till hexagonala systemet derigenom, att dess bladiga eller lamellära tydligt spjelkbara individualiserade partier stundom förete en sexsidig omkrets. Dock blir äfven den stundom stänglig eller trådig.

Ottrelit kan på grund af TSCHERMAK's undersökning (Die Clintonitgruppe, Zeitschrift für Krystallogr. III) betecknas såsom klinohexagonal med omkr. 80^0

vinkel mellan *c*- och sidoytorna, hvilka senare sålunda synas motsvara grundpyramid- resp. rhomboëderytorna hos muscovit och biotit. Att dock ottrelit verkligen är monoklin visar det optiska förhållandet med bissectrix lutande omkr. 12° från normalen till *c*-pl. (l. c.).

I slipningsprof af ottrelitskiffer från Kemi-dalens skiffergebit har jag iakttagit såväl rektangulära som rhomboïdiska konturer hos ottrelitindividerna, hvilket likaledes talar för deras monoklina form. Kristallerna äro starkt dikroitiska med en absorbtionsriktning parallel med en af kantriktningarna.

Ottrelitens betydliga hårdhet, större än glasets, skiljer den från de egentliga glimmerarterna. Detta jemte dess uppblandning med främmande substanser, hvaraf svårigheten att erhålla rent material för analyserna gör det troligt, att de åtminstone till en del icke äro primära utan metamorfosprodukter, och då cordieriten såsom ofvanföre anförts i kristallokemiskt hänseende ansluter sig till glimmer närmast till muscovit och äfven deri öfvergår, kunde man hafva skäl att tänka sig, att ottreliten t. e. d. vore en metamorfos af en monoklin cordierit (se ofvan vid cordierit), som i stället för *Mg* innehållit *Fe* och *Mn* samt upptagit vatten.

Till ottrelit ansluta sig i kristallografiskt hänseende enl. Tschermak (l. c.) *Masonit*, *Sismondin* och *Chloritoïd*. Dock synas dessa i kemiskt hänseende skilja sig från ottrelit genom en större lerjordshalt lika med den hos sprödglimmerarterna, under det att hos ottrelit, så vidt man kan döma af förhandenvarande analyser, kiselsyrehalten betydligt öfverväger lerjordshalten.

Resumé.

I Orijärvi gamla koppargrufva har man redan för en längre tid tillbaka påträffat kristaller af anorthit, mycket förändrade till sin substans men med väl bibehållen yttre form. Dessa invuxna och sålunda åt alla sidor fritt utbildade kristaller, hvilka äro kända under det af N. Nordenskiöld föreslagna namnet *Lindsayit*, skilja sig från vanliga prismatiska anorthitkristaller med rhomboïdisk genomskärning (t. ex. *lepolit* från Orijärvi och Lojo, *amphodelit* från Lojo m. fl.) genom sin enkla, vanligen trigonalt prismatiska form, begränsad af ytorna: *ab* (110) . *āb* (1̄10) . *b* (010) . *c* (001) . *c* (001̄) såsom rådande plan (fig. 1). Denna trigonalt asymmetriska formtyp företer den karakter, hvilken af A. Gadolin blifvit uppstäld för den af honom teoretiskt deducerade *hemiëdriskt triklina* afdelningen nämligen den. att de enskilda formerna, här prismat och pinakoïden,

uppträda med blott ett plan utan motsvarande parallelplan. Det triklina systemet har visserligen icke såsom de öfriga symmetriplan eller symmetriaxlar, genom hvilkas försvinnande de hemiëdriska formerna kunna uppkomma, men det har en symmetripunkt eller symmetri-centrum, och kan genom dess försvinnande såsom i ifrågavarande fall äfvenledes blifva hemiëdriskt utbildadt. GADOLIN anser det sannolikt, att de af SCACCHI beskrifna kristallerna af tvefaldt vinsyradt strontian, hvilkas former äro ensidigt utbildade dels genom frånvaron af parallelplan dels genom de parallela planens olika fysiska beskaffenhet, höra till den hemiëdriska afdelningen af det triklina kristallsystemet. I mineralriket har denna triklina hemiëdri hittills icke blifvit påvisad. Den representeras dock tydligen af nämnda halft utbildade anorthitkristaller, hvilkas ensidiga form icke kan bero af yttre orsaker, alldenstund de såsom nämndt kunnat fritt utbilda sig åt alla sidor, utan måste hafva sin grund i den inre molekylära konstitutionen, d. v. s. de utvisa att anorthiten i afseende på sin grundform resp. grundmolekyl icke är holoëdriskt utan hemiëdriskt triklin, ehuru den såsom fallet är med många andra hemiëdriska mineralier, isynnerhet då de uppträda såsom påvuxna kristaller, äro till det yttre skenbart holoëdriska.

Men dessa lindsayitkristaller äro icke de enda, till det yttre hemiëdriskt utbildade kristaller af anorthit. Vid Sillböle jerngrufva har jag påträffat kristaller med anorthitens form invuxna i en röd kalksten, ehuru hittills blott i tvenne exemplar, och dessa äro äfven ensidigt utbildade med prismat *ab* (110) utan motsvarande *ab* (1̄1̄0). Dessa kristaller äro dock icke utdragna i *c*-axelns riktning såsom lindsayitkristallerna utan i *a*-axeln (brachydiagonalen) såsom fig. 2 utvisar, men begränsade, i stället för de i figuren framstälda spjelkningsytorna *c* och *b*, af brachydomaplanen b_2c och $\bar{b}_2c$ (021 och 0$\bar{2}$1). De äro f. ö. af intresse ej blott genom sin hemiëdriska form utan ock derigenom att de, såsom man af deras optiska förhållande kan sluta till, till större delen äro metamorfoserade i skapolit, hvarföre jag ock ansett det vara skäl att beteckna denna afart af anorthit med ett särskildt namn: *anorthoït* (se härom vidare Zeitschr. für Krystallogr. XIII 206).

Slutligen har jag äfven hos de af mig i pegmatit på toppen af Åreskutan i Jemtland funna andesinkristallerna påträffat en med lindsayitformen analog formtyp, ehuru visserligen icke så skarpt och tydligt utbildad som denna. Äfven hos albiten kunde man hafva skäl att tänka sig en dylik triklin hemiëdri, i det att de städse såsom tvillingar enligt albittvillingslagen utbildade kristallerna af albit äro sammansatta af tvenne hälfter, hvardera analoga med den enkla hemiëdriska anorthitindividen, men tillsammans bildande en komplex (se

fig. 3), motsvarande den enkla holoëdriskt utbildade orthoklaskristallen, begränsad af grundformens ytor: $ab\,.\,a\bar{b}\,.\,c\,.\,\bar{a}c\,(\infty P\,.\,0P\,.\,P\overline{\infty})$.

Jag har här anfört dessa hemiëdriskt triklina anorthitformer och deras förhållande till albit och orthoklas, alldenstund det egentligen är genom dem jag blifvit förd till den teori, som jag uppstält rörande kristallernas grundformer samt deras molekylarstruktur, hvilken teori åter ligger till grund för det i denna afhandling framstälda mineralsystemet eller egentligen dess första afdelning (silikaterna). Jag skall i det följande lemna en kort framställning af denna teori jemte derpå grundade system.

Om man på den ofvannämnda, i fig. 1 framstälda asymmetriska lindsayitformen $(ab\,.\,\bar{a}b\,.\,b\,.\,c)$ tillämpar den vanliga albittvillingslagen med b-pl. (010) såsom tvillingsplan, eller med andra ord, om man till denna hemiëdriskt triklina form tänker sig dess motsatta enantiomorfa form: $\bar{a}\bar{b}\,.\,a\bar{b}\,.\,b\,.\,\bar{c}\,(\bar{1}\,\bar{1}\,0\,.\,1\,\bar{1}\,0\,.\,0\,1\,0\,.\,0\,0\,\bar{1})$ i tvillingsställning d. ä. vriden 180^0 omkring normalen till b-planet och derpå fogad till den förra med detta plan såsom sammanvexningsyta, så kommer man till en med albittvillingsformen (fig. 3) öfverensstämmande tvillingskomplex af anorthit, hvars vinklar nära öfverensstämma med motsvarande vinklar hos den enkla orthoklasformen $\infty P\,.\,0P$. Tänker man sig nu vidare på dessa albittvillingskomplexer lagen för Carlsbader-tvillingsbildningen tillämpad sålunda, att af tvenne tvillingskomplexer i parallel ställning den ena tänkes kringvriden 180^0 omkring hufvudaxeln samt sedan fogad till den andra med a-planet (100) såsom sammanvexningsplan, i det att hvardera komplexen tänkes reducerad till hälften af sin ursprungliga storlek, så kommer man till en af 4 enkla, hemiëdriskt triklina former bestående pseudorhombisk formkomplex, som såväl med afseende på sin allmänna form som äfven i afseende på sina vinklar nära ansluter sig till grundformen hos sådana rhombiska silikater, hvilka i en hufvudzon förete en hexagonal formtyp eller närma sig till det hexagonala systemets prismazon, så t. ex. *cordierit*-formen $\infty P\,.\,{}^1\!/_2\,P\overline{\infty}$ (fig. 6). Tänker man sig åter nämnda plagioklas- (anorthit- eller albit-) tvillingskomplex förenad med tvenne andra af samma slag, med prismaplanen (∞P) såsom sammanvexningsplan, så kommer man till en hemimorf pseudorhomboëdrisk, af 6 hemiëdriskt triklina delar sammansatt formkomplex närmande sig i sina vinkelförhållanden till *turmalin*formen, $\infty P2\,.\,R$, och öfverensstämmande med denna äfven deri, att de mot protoprismat ∞R svarande kanterna äro af två slag: det ena motsvarande läget af a-pl. (100) hos plagioklastvillingarna och ytorna af $+\frac{\infty R}{2}$ hos turmalinen, det andra åter läget af ab_3-planen (130) hos de förra samt ytorna af $-\frac{\infty R}{2}$ hos den senare. Genom upprepad tvillingssammansättning af tvenne sådana pseudorhomboëdriska trillingskomplexer kommer man slutligen till en

pseudohexagonal af 12 hemiëdriskt triklina delar bestående komplex, analog med grundformen hos nephelin, och det ej blott till det yttre utan ock i afseende på den inre strukturn, i det att nämligen de på nephelinens ytor genom etsning frambragta etsfigurerna utvisa, att dess grundmolekyler i sjelfva verket måste anses bestå af delar (partialmolekyler) till formen analoga med dem i nämnda sammansatta plagioklastvillingskomplexer.

Förfar man på samma sätt med den hos anorthoït från Sillböle förekommande formtypen med utsträckning i a-axelns zon och begränsad, såsom fig. 2 utvisar, af prismaytan *ab* samt pinakoïdytorna *b* och *c*, eller underkastar man densamma en upprepad tvillingsbildning med tvillings- och sammanvexningsytor i a-axelns zon således i enlighet med Baveno- och Manebacher-tvillingslagerna, så kommer man till tvillingskomplexer *), hvilkas allmänna form och vinklar mer eller mindre likna monoklina, rhombiska och tetragonala silikaters grundformer med 90^0 eller nära 90^0 prismavinkel, så t. ex. *pyroxen*, *bronzit*, *andalusit* (fig. 4), *danburit*, *natrolit* (fig. 5), *skapolit*, *idokras* (fig. 7). Den af ytorna *ab*, *b* och *c* samt deras parallelplan bildade anorthit-parallelepipeden kan nämligen genom domaplanen b_2c och $\bar{b}_2c$ delas i tvenne enantiomorfa hälfter, hvilka i Baveno-tvillingsställning bilda en pseudomonoklin formkomplex samt genom upprepad tvillingsbildning en pseudorhombisk motsvarande andalusitformen $\infty P \,.\, P\bar{\infty}$ (fig. 4) samt i afseende på den inre strukturn chiastoliten. Genom att åter tänka sig fyra sådana pseudomonoklina tvillingskomplexer med c-planen såsom tvillingsytor kommer man till en pseudotetragonal formkomplex lik den i fig. 7 afbildade; äro de fyra delarna icke tvillingar utan enkla triklina former, så uppkommer en pseudotetragonal formkomplex med blott hvarannan mot en tetragonal dipyramid svarande kantriktning likartad och sålunda analog med den hos skapolit förekommande pyramidalt hemiëdriska grundformen. Alla dessa formkomplexer äro hemimorfa men blifva holomorfa genom att till dem foga en motsvarande hemimorf form i omvänd ställning i hufvudaxelns riktning såsom fig. 8 utvisar. I samband härmed kan anmärkas den åtskilnad, som förefinnes mellan påvuxna kristaller med till hälften utbildad form och invuxna med fullständigt utbildad (holomorf) form, nämligen den, att de förra vanligen förete former med hälften så stor parameter som de senare; så förekommer t. ex. hos påvuxna fältspatskristaller domat $P\infty$ (x), hos invuxna $2P\bar{\infty}$ (y).

---

*) Af dessa pseudo-monoklina, rhombiska, tetragonala och hexagonala tvillingskomplexer af hemiëdriskt triklina grundformer har jag för att tydligare åskådliggöra dem förfärdigat modeller liknande de t. e. d. i fig. 4—8 afbildade och på motsvarande sätt delade grundformerna af andalusit, natrolit, cordierit, idokras, turmalin m. fl.

Slutligen kan man genom att tänka sig 8 hemimorfa pseudorhomboëdriska tvillingskomplexer eller 6 pseudotetragonala ytterligare tvillingsartadt förenade med hvarandra, så att deras hufvudaxlar sammanfalla med de 4 oktaëdriska resp. 3 hexaëdriska ytnormalerna i ett reguliärt axelsystem, komma till i förra fallet en formkomplex liknande en rhombdodekaëder (sodalitformen) och delad i 24 delar motsvarande pseudorhomboëderytorna, i senare fallet åter till en komplex närmande sig en ikositetraëder (leucitformen) med hvarje mot ett ikositetraëder-plan svarande yta delad i tvenne hälfter, motsvarande de enkla triklina i centrum sammanstötande koniska delarna. Dessa tvenne i tvillingsställning enligt Baveno-lagen stående delar i den pseudoreguliära tvillingskomplexen motsvara tvillingslamellerna i den anomala leuciten, i det att de triklina domaytorna i den förra till läget motsvara dodekaëderytorna hos den senare.

Man kan sålunda genom upprepad tvillingsbildning från den enkla hemiëdriska plagioklasformen komma till tvillingskomplexer, som i afseende på symmetri- och vinkelförhållanden mer eller mindre i proportion af den större eller mindre likheten i kemiskt hänseende närma sig till andra silikaters grundformer. Härvid kunna tvenne serier särskiljas: den pseudohexagonala samt den pseudotetragonala, af hvilka den förra företer en zon öfverensstämmande med prismazonen (c-axelns zon) hos fältspat, den senare med dess klino- resp. brachydiagonala zon (a-axelns zon); exempel på den förra serien lemna inom silikaternas första klass (geoliterna) *nephelin*, *sodalit*, på den senare åter *spodumen*, *wollastonit*, *danburit*, *leukophan*, *skapolit*, *leucit*. Men det gifves ännu åtskilliga silikater, hvilka icke kunna räknas till någondera af dessa tvenne serier utan till en tredje, hvilken i afseende på vinklarna i en hufvudzon ansluter sig till den ortho- resp. makrodiagonala zonen (b-axelns zon) hos fältspatsarterna; hit höra: *datholit*, *prehnit*, *epidot*, *zoisit*, *titanit* och *lievrit*.

I allmänhet kan man på detta sätt genom upprepad tvillingsbildning från det hemiëdriskt triklina kristallsystemet leda sig till de öfriga 31 afdelningarna, hvilka af A. Gadolin (l. c.) blifvit uppstälda; och man får derigenom såsom ofvan antydts tillika en förklaring öfver kristallernas yttre formförhållanden. Då nu denna gruppering af kristallformerna, såsom numera börjar allt mer och mer erkännas, måste anses fullt naturenlig, så ligger häri synes det mig en borgen äfven för riktigheten af min teori rörande kristallernas inre struktur. Enligt denna äro de mera symmetriska kristallerna att betrakta såsom sammansatta af mindre symmetriska delar tvillingsartadt med hvarandra förenade, hvilka delar dock först i det s. k. anomala tillståndet ge sig tydligt tillkänna såsom sådana. Man har nämligen att göra skilnad mellan det normala tillståndet hos kristallerna, i hvilket de nämnda delarna äro med hvarandra förenade till ett

enda likartadt helt, och det anomala i hvilket de äro mer eller mindre skilda från hvarandra. Öfvergången från det ena till det andra tillståndet måste anses ytterst bero på en i allmänhet ringa förändring af de resp. elementaratomernas inbördes ställning, hvarigenom en motsvarande förändring af de utaf dessa atomlägen beroende ytriktningarna uppkomma.

För att få en närmare föreställning om detta i närvarande tid mycket omtvistade förhållande mellan det normala och anomala tillståndet hos kristallerna blir det derföre nödigt att söka få en föreställning om kristallernas molekyler eller atomkomplexer och särskildt om *grundmolekylen* d. v. s. den som motsvarar grundformen i egentlig mening, hvilken senare åter, såsom jag redan sedan längre tid tillbaka visat, kan bestämmas dels af de resp. kristallernas yttre formutbildning dels af deras spjelkbarhet. Molekylerna med deras eteromhöljen kunna i allmänhet tänkas vara af antingen sferisk form hos de reguliära, sferoïdisk hos de tetragonala och hexagonala eller ellipsoïdisk hos de rhombiska, monoklina och triklina, med dels rät- dels snedvinkliga attraktionsriktningar. Och då nu den yttre formen äfvensom spjelkbarheten måste vara beroende af dels molekylens form dels dess attraktionsriktningar, kan man à priori antaga, att vid lika aggregation d. ä. inom samma system eller hufvudafdelning deraf molekylarkraften bör vara störst i riktning af molekylernas minsta aggregationsaxel, så att t. ex. hos optiskt enaxliga kristaller de med afplattad sferisk form i hufvudaxelns riktning böra hafva en öfvervägande tendens att utbilda sig i denna riktning, de åter med långsträckt form i den deremot rätvinkliga d. ä. bas. planets riktning, äfvensom att spjelkbarheten bör vara hos de förra prismatisk hos de senare basisk. Detta visar sig ock vara fallet, om man såsom jag gjort i min „Mineralkarakteristik“ (Helsingfors 1881) uppställer de tetragonala och hexagonala kristallerna efter vinklarna hos den rådande och derföre allmänt såsom grundform antagna pyramiden resp. rhomboëdern. Man finner då, att mineralier med mindre hufvudaxel än biaxeln t. ex. *skapolit* hafva prismatisk utbildning och spjelkbarhet, de med ungefär lika axelriktningar t. ex. *braunit* pyramidalform och spjelkbarhet, de med större hufvudaxel än biaxeln åter tafvelformig habitus samt basisk spjelkbarhet, hvilken sistnämnda blir så mycket tydligare ju större hufvudaxeln är, så t. ex. mycket tydlig hos *chalkolit* med 2 gånger samt ytterst tydlig hos *biotit* med nära 5 gånger så stor hufvudaxel som biaxel. Man kommer sålunda till den allmänna empiriska lag, att de molekylära krafterna äro omvändt proportionela mot aggregationsriktningarnas storlek eller hvilket är detsamma mot de relativa afstånden mellan atomerna inom molekylerna samt mellan dessa inbördes. Denna lag ansluter

sig till den af BRAVAIS och FRANKENHEIM teoretiskt deducerade lagen om förhållandet mellan spjelkbarheten och molekylarstrukturn hos kristallerna.

Men man kommer till samma resultat äfven på en annan väg nämligen genom att uppfatta molekylen dynamiskt såsom ett system af atomkrafter, som hålla hvarandra i jemvigt på ett analogt sätt med krafternas jemvigtsförhållanden i en matematisk häfstång: man kommer då till den sats, att krafterna förhålla sig omvändt mot deras afstånd från systemets centrum eller tyngdpunkt. Dessa afstånd motsvaras af normalerna till grundformens ytor, och deras reciproka värden kunna sålunda betraktas såsom lineära uttryck för de relativa atomkrafterna i analogi med de af HINRICHS och SCHRAUF s. k. *atommetrarna.*

Genom beräkning af en mängd mineraliers grundformer har jag nu funnit, att dessa normalers reciproka värden komma nära till de enkla talen 1 : 2 : 3, ett förhållande, som återfinnes hos elementernas atomvigter nämligen den del af dem, som är konstant i de isomorfa grupperna och som således kan antagas hafva en kristallografisk betydelse. Jag har deraf blifvit förd till en hypotes rörande elementaratomernas grundelementer (uratomer eller dynamider) nämligen den, att dessa urelementer eller elementer i egentlig mening äro till antalet tre, hvilkas atomkrafter förhålla sig såsom talen 1 : 2 : 3 och kunna tänkas representerade af resp. 1, 2 eller 3 med hvarandra förbundna kraftpunkter, bildande en punkt, en linie eller triangulär yta. Först tillsammans kunna de sålunda bilda ett rum, hvilket för flertalet elementaratomer måste antagas vara ett reguliärt tetraëdriskt resp. oktaëdriskt, nämligen för de i reguliära systemet kristalliserande elementerna, hvilket ock står i öfverensstämmelse med deras i sina enkla dynamider upplösta atomtal. Så t. ex. låta alkalimetallernas atomtal: $7\,(1) + m.\,8\,(2)$ enklast fördela sig sålunda, att 6 atomenheter tänkas bilda hörnpunkterna af ett oktaëdriskt rum med den 7:de såsom centrum samt de 8 dynamiderna (2) de mellanliggande 8 ytorna. Sålunda förklaras isomorfin mellan alkalimetallerna, alldenstund den del af atomtalen, som bestämmer sjelfva formen, d. ä. $6 + 1$ är konstant, under det att värdet på m för den öfriga delen varierar mellan 0 hos lithium och 8 hos caesium.

Dessa hypotetiska uratomer eller dynamider stå till hvarandra i samma förhållande som de tre elementerna i de af DÖBEREINER s. k. triaderna: *Li, Na, Ka* — *Ka, Rb, Cs* — *S, Se, Te* etc., i det att atomvigten af den mellersta utgör medeltalet af de tvenne andras atomvigter. Äfven i qvalitativt hänseende måste en motsvarande åtskilnad göras mellan de tre dynamiderna nämligen den, att (1) antages såsom elektropositiv i motsats till (3) såsom negativ samt den mellanliggande (2) såsom indifferent eller neutral. Under det att nämligen (1) företrädesvis förekommer hos de positiva elementerna och (2) hos de indifferenta,

ingår (3) i de negativa såsom form betingande dynamid, så t. ex. hos halogenerna *Fl*, *Cl*, *Br*, *J*, hvilka i afseende på atomvigten kunna uttryckas genom den allmänna formeln 6 (3) + m.8 (2), hvilket åter leder till antagandet af oktaëdriska elementaratomer lika alkalimetallernas men med dyn. (3) i stället för (1) såsom hörn-kraftpunkter.

Äfven elementernas olika atomvärden kunna genom denna hypotes få sin förklaring, i det att nämligen hos de enatomiga dyn. (1), hos de tvåatomiga (*Ca*, *Mg*, *Fe* m. fl.) dyn. (2), hos de treatomiga (*Al*, *B*) åter (3) utgör en kärn- eller centraldynamid, hvarigenom dynamidkomplexen så att säga disponeras att angripa med resp. ett hörn d. ä. med en kraftpunkt, en kant eller med två kraftpunkter, eller slutligen med en triangulär yta och dymedelst med tre dynamider. Elementaratomer, hvilka såsom $C = 4$ (3) samt $Si = 4$ (3) + 8 (2) sakna centraldynamid, kunna angripa med alla 4 hörnpunkterna af sina tetraëdriska dynamidkomplexer samtidigt och äro sålunda 4-atomiga.

På samma sätt som nu dessa uratomer bilda elementaratomer af för det mesta reguliär form förena sig åter dessa senare till atomkomplexer eller molekyler. Den större eller mindre anslutning till det reguliära systemets formförhållanden, hvilken såsom Mallard ådagalagt visar sig hos de kristalliserade föreningarna i allmänhet, får sin förklaring af denna mestadels reguliära form hos elementaratomerna, stående i olika inbördes ställning med antingen ett hörn, en kant eller en yta vänd mot atomkomplexens centrum. Likasom vi hos elementaratomerna eller dynamidkomplexerna kunna särskilja tre i afseende på läget inom komplexen olika dynamider nämligen en centraldynamid från de densamma omslutande, den yttre formen betingande hörndynamiderna samt de mellan dem stående ytdynamiderna, så kan en motsvarande åtskilnad äfven göras hos atomkomplexerna eller molekylerna, och man kommer derigenom till särskiljandet mellan molekyler med eller utan central- eller kärnmolekyl. Till senare slaget höra de vigtigaste af alla silikater, fältspatsgruppens mineralier, hvilken grupp med rätta synes mig böra ställas i spetsen för silikaternas afdelning och från hvilken man ock på anfördt sätt kan komma till de öfriga. Det är sålunda framför allt af nöden att söka erhålla en föreställning om fältspatsarternas molekylära konstitution.

Genom tillämpning af det ofvan antydda förhållandet mellan ytnormalerna och atomkrafterna har jag kommit till de i beskrifningen af fältspatsarterna anförda kristallokemiska eller molekylära strukturformlerna och dymedelst till en såsom det synes mig enkel och naturenlig förklaring såväl af deras grundformer i och för sig betraktade som af deras inbördes förhållanden. Beträffande det förstnämnda förhållandet komma elementaratomerna 6*Si*, 2*Al*, 2*Ka* (resp.

Na_2 eller Ca) att i afseende på läget inom atomkomplexen motsvara grundytorna eller egentligen deras normaler ab (110) och $\bar{a}c$ (101), c (001) och b (010) d. ä. ytorna af $\infty P \, . \, P\bar{\infty} \, . \, 0P$ och $2P\grave{\infty}$, hvilka till antalet motsvara de förra; och mellan dem samt förenande dem sinsemellan men utan inverkan på den yttre formen komma de 16 O-atomerna, hvilka sålunda motsvara de indifferenta dynamiderna (2) hos elementaratomerna sjelfva. Fältspatsmolekylens yttre form beror nu af den olika inbördes ställningen mellan de till formen lika oktaëdriska elementaratomerna. En oktaëder kan i afseende på ett plan t. ex. horizontalplanet intaga olika ställningar: nämligen en hvad man kunde kalla tetragonal ställning då en hörnaxel står upprätt, en rhomboëdrisk ställning med en ytnormal stående vertikalt, en rhombisk ställning då en kantriktning ställes vertikalt eller slutligen sneda, monoklina resp. triklina ställningar med upprätta axlar liggande mellan de förra. Hos fältspatsarternas molekyler hafva Si-atomerna i prismazonen d. ä. i ett plan normalt mot hufvudaxeln en rhomboëdrisk eller hexagonal ställning, och betinga derigenom fältspatsformens pseudohexagonala utbildning i denna zon, hvilken mer eller mindre modifieras af de i samma zon liggande, i afseende på densamma tetragonalt stälda alkalimetallatomerna. Den pseudotetragonala utbildningen i a-axelns zon hos fältspatsformen får åter sin förklaring i den tetragonala eller nära tetragonala ställningen af Ka- och Al-atomerna i den mot denna zon svarande genomskärningen, och slutligen förklaras den pseudorhombiska eller monoklina utbildningen i b-axelns zon genom den motsvarande ställningen af de i denna zon liggande Si- och Al-atomerna. Det är f. ö. i denna zon eller dess genomskärning (= symmetriplanet hos orthoklas) som fältspatsformen mest afviker från en reguliär form, dock icke mer än omkring 8°. Denna redan af Dana antydda likhet mellan fältspatens form och en reguliär formkombination får nu sin naturliga förklaring af ifrågavarande teori.

Men äfven det inbördes förhållandet mellan fältspatsarterna närmast det mellan den *normala* och *anomala orthoklasen (anorthoklas:* Rosenbusch) kan härigenom förklaras eller åtminstone förtydligas. Hos den normala orthoklasens molekyler befinna sig de i symmetriplanets riktning, i rhombisk-monoklin ställning varande elementaratomerna i sådant läge, att ett af deras symmetriplan sammanfaller med molekylens i sin helhet. En ringa förändring från detta symmetriska läge till ett snedt åt ena eller andra sidan om det normala symmetriplanet måste tydligen förorsaka en snedhet hos molekylen d. ä. en triklin anomali, sådan den visar sig hos nämnda anorthoklas. Och allt efter som denna snedhet eller lutning af nämnda i symmetriplanet liggande atomer hos de med hvarandra aggregerade molekylerna sker ensidigt åt en och samma sida eller omvexlande åt den ena och andra sidan (höger och venster om det normala

symmetriplanet) blir molekylarkomplexen och dymedelst kristallen i sin helhet enkel eller sammansatt af tvillingslameller, hvilket sistnämnda är det hos anorthoklas äfvensom hos mikroklin vanliga förhållandet. Hos anorthoklas måste atomernas jemvigtsläge inom molekylen, likasom fallet är hos anomala kristaller i allmänhet, betecknas såsom labilt, i det att det är ytterst variabelt och hos en del af dem öfvergår genom upphettning i det stabila eller normala jemvigtsläget, här motsvarande det hos den normala orthoklasen. Atomlagringen hos anorthoklas varierar emellan den hos normal orthoklas och den hos mikroklin, hos hvilken senare den mot *c*-pl. svarande elementaratomens ställning kan antagas befinna sig midt emellan den hos orthoklas och den hos *plagioklas.* Hos denna sistnämnda intager ifrågavarande dynamidkomplex (*Al*) antagligen åter ett stabilt läge, afvikande 30^0 från det hos normal orthoklas, i det att en oktaëdrisk kantriktning hos nämnda elementaratom nu går parallelt med molekylens *a*-axel eller parallelt med den i samma riktning gående kantriktningen hos *Ca*-atomen; härigenom föranledes en motsvarande vridning af de optiska elasticitetsplanen från ett med *a*- och *b*-riktningarna parallelt hos orthoklas till ett på *c*-planet mellan dem liggande läge hos plagioklas. Att det opt. förhållandet hos albit särskildt på *c*-planet mera närmar sig till det hos orthoklas än det hos anorthit står i samband med den större likheten mellan albitens och orthoklasens molekylära konstitution i öfrigt, hvarpå äfven deras resp. strukturformler häntyda.

Hvad som nu härvid särskildt bör påpekas är att denna uppfattning af fältspatsarternas molekylarkonstitution leder till en väsendtligt olika och med de faktiska förhållandena mera öfverensstämmande åsigt om förhållandet mellan de tre slagen af alkalifältspat, *orthoklas*, *mikroklin* och *albit*, än den för närvarande rådande, företrädesvis af MICHEL LÉVY och BRÖGGER förfäktade, enligt hvilken orthoklasen vore att betrakta blott såsom en submikroskopisk d. ä. molekylär tvillingsbildning af mikroklin. Tvenne i tvillingsställning stående molekylarhälfter af mikroklin resp. anorthoklas kunna visserligen så till vida sägas motsvara en enkel orthoklasmolekyl, att de hafva ett symmetriplan, men de tvenne af detta plan delade hälfterna äro hos de förra icke absolut lika eller kongruenta, såsom fallet är med de tvenne genom symmetriplanet delade hälfterna af en enkel orthoklasmolekyl, utan de förhålla sig såsom högra och venstra handen, de äro enantiomorfa eller hvarandra motsatta, och kunna icke, i hvilken ställning som helst, blifva kongruenta. De kunna derföre icke heller öfvergå i orthoklas på annat sätt än genom en förändring af elementaratomerna från det sneda osymmetriska läget till ett fullt symmetriskt sådant, i det att de tvenne åt olika håll lutande *Al*-atomerna blifva parallela och sålunda sammanfalla till

en dubbelatom (Al_2) samt dymedelst de tvenne molekylarhälfterna till en enda, enkel och odelbar orthoklasmolekyl.

Denna fältspatsteori är ock egnad att ställa förhållandet mellan orthoklas och de tvenne hufvudarterna i plagioklasserien *albit* och *anorthit* i dess rätta ljus. Utom den ofvan antydda åtskilnaden mellan orthoklas och plagioklas i afseende på ställningen af *c*-planets *Al*-atom förefinnes ännu en väsendtlig åtskilnad i afseende på ställningen af *b*-planets alkalimetallatom, af hvilken väl ock den förra är beroende, nämligen den, att *Ka*-atomen hos orthoklas står i en ställning 45° skild från den af *Ca*-atomen hos anorthit, alldenstund den förra på grund af sin enatomiga natur angriper med ett hörn, den senare med en kant. Detta sistnämnda måste dock äfven vara fallet med *Na*-atomen hos albitmolekylen, och orsaken härtill kan, såsom jag i inledningen till denna afhandling närmare visat, sökas i den olika lagringen af de indifferenta dynamiderna (2) hos *Ka*- och *Na*-atomerna. Detta är orsaken till att natriumfältspaten företrädesvis har en tendens att kristallisera trikliniskt, samt att den *Na*-haltiga d. ä. med *Na*-orthoklasmolekyler uppblandade *Ka*-orthoklasen företrädesvis visar benägenhet för triklin anomali. Vi komma här sålunda till åsigten om att *Ka*- och *Na*-fältspatsarterna äro isodimorfa eller kunna kristallisera både mono- och trikliniskt dock så, att den förra företrädesvis kristalliserar monokliniskt den senare trikliniskt. Deremot äro de lika deri, att de båda hafva en dubbelt så stor molekyl som anorthitens enkla, hemiëdriska grundmolekyl, beroende derpå, att likasom alkalimetallatomerna städse uppträda såsom en dubbelatom (Ka_2 och Na_2) i motsats till den enkla *Ca*-atomen, så föranleda äfven de förra uppkomsten af en dubbelmolekyl (Or_2 och Ab_2) i motsats till den enkla anorthitmolekylen (An). Vi komma sålunda här från kristallokemisk synpunkt till samma resultat som tillförene från kristallografisk.

Ehuru nu således Or_2 och Ab_2 hvardera kunna betecknas såsom dubbelmolekyler i förhållande till An såsom enkel (hemiëdrisk), så äro de dock väsendtligen skilda deri, att den förra är monoklin den senare triklin med de tvenne molekylarhälfterna i parallel eller tvillingsställning, och detta är orsaken till att de icke kunna ingå verkliga kemiska molekylarföreningar sådana som de af Ab_2, An_1 samt $Ab_2 + An_1$ (= *andesin*) bildade molekylarföreningarna, hvilka äro fullkomligt homogena till skilnad från de mekaniskt, vanligen lamellärt med hvarandra förenade *Or* och *Ab*, som derföre redan för blotta ögat eller under mikroskopet kunna skiljas från hvarandra.

Jag har här något mera i detalj framställt fältspatens kristallokemiska förhållande med afseende på den så att säga grundläggande betydelse densamma har för det kristallokemiska mineralsystemet, särskildt för silikaterna. Beträf-

fande dess förhållande till de öfriga silikaterna måste jag fatta mig kort hänvisande f. ö. till sjelfva afhandlingen. Detta förhållande är egnadt att ytterligare bestyrka rigtigheten af de för fältspatsarterna deducerade kristallokemiska molekylarformlerna, i det man genom att utgå från dem kan, genom tillämpning af ofvan anförda teori rörande förhållandet mellan det triklina och de mera symmetriska systemen i afseende på den inre kristallstrukturn, komma till naturenliga konstitutionsformler för de vigtigare silikaterna. Vi hafva härvid att gå ut från de halfva eller hemiëdriska fältspatsmolekylerna, motsvarande de tvenne sidohälfterna hos albit-tvillingsmolekylen. Hos den normala orthoklasmolekylen kan på grund af dess atomistiska konstitution en sådan delning i tvenne sidohälfter icke ske. Men deremot kan den likasom äfven albitmolekylen delas i en, med afseende på den vanligen antagna ställningen för fältspatskristallen, främre hälft begränsad af ytriktningarna *ab* (110), $a\bar{b}$ (110) och *c* (001) och motsvarande $R_2\,Al_2\,Si_2\,O_8$ samt en bakre omsluten af $\bar{a}\bar{b}$, $\bar{a}b$ och $\bar{a}c$ (101) motsvarande $4\,Si\,O_2$. Dessa tvenne hälfter sammanhållas blott i symmetriplanets riktning af den $Al_2\,(=c)$ och $Si_2\,(=\bar{a}c)$ förenande O_2-atomen. Fältspatsmolekylen bör sålunda jemförelsevis lätt spjelkas i dessa tvenne delar, och detta sker ock, såsom det kemiska förhållandet utvisar, vid de för fältspaten så vanliga *kaolin-* och *muscovit*metamorfoserna, hvarvid kiselsyra resp. qvarz uppkommer såsom biprodukt. Och i enlighet härmed kan man i sjelfva verket, om man på dessa hälfter tillämpar ofvannämnda kristallofysiska molekylarteori, komma å ena sidan till glimmerarternas, å andra sidan till kiselsyremodifikationernas grundformer resp. grundmolekyler. Vid öfvergången till muscovit har man att tänka sig den mot $R_2\,Al_2\,Si_2\,O_8$ svarande halfva fältspatsmolekylen fördubblad i *a*-axelns riktning, hvarigenom en rhombisk molekylarform uppkommer, och tre sådana förenade i hufvudaxelns riktning genom dubbelatomen Al_2 till en tripelmolekyl ger muscovitens grundmolekyl i enlighet med dess allmänt antagna grundform. Förena sig åter tre af de nämnda fältspatsmolekylarhälfterna med prismaplanen såsom sammanvexningsplan och tre sådana ytterligare i hufvudaxelns riktning till en rhomboëdrisk tripelmolekyl, så uppkommer *biotitens* grundmolekyl resp. grundform med $\overset{\mathrm{I}}{R}_2$ delvis substituerad af $\overset{\mathrm{II}}{Mg}$ och $\overset{\mathrm{II}}{Fe}$ såsom de vid glimmergruppens mineralier framstälda molekylarformlerna närmare visa. I analogi härmed kan man från den andra, $4\,Si\,O_2$ innehållande hälften af fältspatsmolekylen komma först till den rhombiska kiselsyremodifikationens grundform (*asmanit*) samt vidare genom föreningen af trenne enkla triklina molekylarhälfter till *qvarz* samt af trenne tvillingsmolekyler till *tridymit*, den förra med två, den senare med tre gånger så stor hufvudaxel som den hos fältspatsformen, och man får härigenom

en förklaring öfver qvarzens tetartoëdriska och tridymitens anomala, rhombiskt triklina form äfvensom öfver den förras circularpolarisation. De tre triklina partialmolekylerna bilda nämligen en spiralformig anordning åt höger eller venster allt efter som den trubbiga vinkeln mellan *c*- och *b*-riktningarna hos dem är vänd åt den ena eller andra sidan i den tetartoëdriskt hexagonala molekylarkomplexen. Antager man nu den högst sannolika hypotesen, att en åtskilnad förefinnes mellan den elektro-magnetiska etern, strömformigt omslutande och förbindande molekylerna med hvarandra, och den intramolekylära optiska etern, så måste de elektromagnetiska eterströmmarna i likhet med de materiela partialmolekylerna förete en spiralformig vridning, och sålunda verka på ljusetern såsom en elektromagnetisk skrufttråd på en der inom varande polariserad ljusstråle samt i analogi härmed åstadkomma en vridning af polarisationsplanet.

Hvad beträffar det andra slaget af molekyler resp. molekylarföreningar eller de med *kärn-* eller *centralmolekyl*, så lemna de en naturenlig förklaring öfver de sammansatta molekylarföreningarna af ett silikat med ett karbonat, sulfat, haloïdsalt eller en svafvelmetall, hvilka icke kunna förklaras i enlighet med de enkla kemiska atomföreningarna. Såsom ett exempel på dem må här anföras *cancriniten*, hvilken såväl till form som till en del i afseende på innehållet näml. natriumsilikatet öfverensstämmer med nephelin, men derjemte innehåller calciumkarbonat. Då nu den från albitmolekylen härledda af tvenne hemimorft rhomboëdriska trillingskomplexer bestående, med nephelinformen nära öfverensstämmande holomorfa formkomplexen innehåller mellan sina båda hälfter ett mellanrum af en form lika med en calcitrhomboëder $-\frac{1}{2}R$ (se fig. 8), så ligger det nära för handen att tänka sig cancrinitmolekylen såsom bestående af en med albittrillingskomplexen analog formkomplex af natriumsilikatmolekyler omslutande en calcitmolekyl såsom kärna.

Såsom en karakteristisk åtskilnad mellan silikater, hos hvilka man har skäl att förutsätta molekyler med och sådana utan kärnmolekyl kan anmärkas, att de förra såsom t. ex. *skapolit*, *nephelin*, *cancrinit*, *sodalit*, *cordierit*, *apatit* icke, eller blott undantagsvis, förete tvillingsbildning, under det att hos de senare såsom *fältspat*, *glimmer*, *pyroxen*, *amphibol*, *calcit*, *aragonit* m. fl. en tvillingsbildning är ytterst vanlig. Detta gäller dock blott för tvillingsbildningen i stort eller den mellan större kristallindivider. Den tvillingsbildning åter, som förekommer hos anomala kristaller och som till skilnad från de förra kunde betecknas såsom molekylär eller den mellan enskilda molekyler, anträffas både hos det ena och andra slaget af silikater; dock synes äfven den företrädesvis förekomma hos silikater med molekyler utan kärnmolekyl.

Dessa tvenne slag af tvillingsbildningar, hvilka f. ö. öfvergå i hvarandra såsom t. ex. desmingruppens zeoliter utvisa, förete äfven analogi deri, att man hos hvardera kan göra skilnad mellan lamellär tvillingsbildning eller tvillingsstreckning och den omkring ett centrum, cyclisk tvillingsbildning, hvilken senare såväl i det ena som i andra fallet måste hänföras till en central, tvillingsartadt sammansatt molekyl, till hvilken enkla molekyler fogat sig i bestämda riktningar. Någon bestämd skilnad mellan de tvenne slagen af tvillingsbildningar, den i stort och den mellan molekyler, kan sålunda näppeligen göras, och detta talar särskildt för riktigheten at åsigten om att de anomala kristallerna i allmänhet äro att betrakta såsom sammansatta af mindre symmetriska delar stående i tvillingsställning till hvarandra.

Särskildt anmärkningsvärd hos dessa anomala kristaller är den nära relation, som visar sig ega rum mellan deras inre struktur och kristallytorna, i det att nämligen dessa bilda baserna till de koniska partier af kristallen, hvilkas spetsar sammanstöta i dess centrum. Man har på grund häraf ansett, att den inre strukturn vore beroende af kristallytorna, då deremot i enlighet med den i det föregående framstälda teorin för de anomala företeelserna förhållandet måste anses vara tvärtom, nämligen att kristallytorna bero på en ursprunglig regelbunden anordning af kristallmolekylerna omkring en centralmolekyl, hvilken dock först vid anomal utbildning d. ä. vid molekylens och dymedelst kristallens i sin helhet sönderfallande i enskilda delar ger sig tydligt till känna, hvarvid äfven de anomala kristallytorna, som man betecknar med namnet „vicinala“, uppkomma. Närmare härom finnes i afhandlingen vid beskrifningen af de enskilda anomala silikaterna. Tilläggas må här blott, att denna anomali eller sönderfallandet i delar synes lättare försiggå hos de icke-metalliska, alkalihaltiga silikaterna än hos de med tunga metalliska radikaler samt att de förra lättare än de senare genom temperaturförändring återföras i det normala tillståndet, hvilket väl kan anses bero på en större passivitet eller tröghet hos de metalliska än hos de mera aktiva eller mera rörliga halfmetalliska resp. icke-metalliska elementaratomerna, hvarpå väl äfven de metalliska ämnenas större benägenhet att antaga ett fast, kristalliseradt tillstånd än de icke-metalliska kan anses bero.

Den kristallokemiska teori jemte derpå grundade system för mineralierna, hvars grunddrag här framstälts, skiljer sig visserligen ganska mycket från den inom mineralogin hittills använda rent kemiska metoden för utredandet af mineraliernas molekylära konstitution. Denna senare metod är dock altför ensidig för att ensamt för sig kunna leda till målet utan synes den mig för detta ändamål böra kombineras med den kristallografiska forskningen, hvarvid särskildt

afseende bör fästas på en allsidig komparation af de resp. mineraliernas grundformer. Den komparativa forskningsmetoden, som t. ex. för kännedomen af de organiska varelsernas anatomi varit af så stor betydelse, synes mig äfven kunna erhålla en sådan i och för utredandet af de oorganiska föremålens inre struktur. Det försök jag i detta hänseende gjort synes mig, på grund af de resultater jag genom denna komparativa kristallokemiska metod redan erhållit, väl mana till efterföljd samt berättiga till den förhoppning, att man på denna väg skall nå målet: utredandet af förhållandet mellan yttre form och inre konstitution hos mineralierna. Härigenom skall ock mineralogin kunna frigöra sig från det öfverhöfvan stora inflytande, som kemin fortfarande utöfvar på densamma, samt småningom utbilda åt sig en egen rent mineralogisk metod och sålunda omsider intaga en fullt sjelfständig ställning inom naturvetenskapernas krets.



ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XIX. № 15.

MONOGRAPHIA GENERIS REDUVIUS FABR., LAM.

SCRIPSIT

O. M. REUTER.

Genus REDUVIUS Fabr., Lam.

familiae *Reduviidae* Stål, subfamiliae *Reduviina* Reut. (*Acanthaspidina* Stål).

Lamarck, Syst. 294, 156 (1801). Latr., Hist. Nat. III, 249. Burm., Handb. II, 235. Spin., Ess. 120. Westw., Introd. II, Syn. 120. Am. et Serv., Hist. d. Hém. 337. Fieb., Eur. Hem. 42 et 155. Reut., Rev. Syn. 354. — *Opsicoetus* Klug, Symb. II. Stål, Ö. V. A. F. 1859, 191. Hem. Fabr. I, 125. Gen. Red. 46. En. Hem. IV, 66 et 77. — *Holotrichius* p. H. Sch., Wanz. Ins. VIII, 39. Stål, Ö. V. A. F. 1858, 318. — *Opinus* p. Stål, Ö. V. A. F. 1855, 40. *Varus* p. Stål, Hem. Afr. III, 141. — *Oplistopus* Jak., Труд. Русск. Энт. Общ. VIII, p. 79.

Corpus oblongum vel raro oblongo-obovatum. Caput inerme, ante oculos productum, magis minusve deflexum, pone oculos impressione transversa recta vel subrecta instructum, bucculis elevatis, jugis brevibus. Oculi a latere visi per tota latera capitis transversim extensi (♂♀), saepe magni, convexi. Ocelli utriusque sexus magni. Rostrum a gula distans, articulo secundo primo saltem nonnihil longiore. Antennae prope oculos insertae. Pronotum lobo antico disco inermi, impressione longitudinali percurrente instructo, lobo postico posterius sensim rotundato, rarius medio subtruncato. Scutellum marginibus muticum, apice saepe recurvo vel in spinam obliquam producto. Membrana area exteriore basi area interiore angustiore, retrorsum distincte ampliata et posterius area interiore latiore. Prosternum inerme, processu apice haud recurvo. Metasternum medio carinatum. Venter saltem basi carinatus. Pedes postici leviter distantes. Femora inferne utrinque ad apicem spina destituta. Tibiae anteriores vel saltem anticae apice fossa spongiosa instructae, hac tamen interdum minutissima; rarissime tibiae anticae fossa spongiosa vix distingvenda, in hoc casu autem inferne versus apicem planae; posticae femoribus distincte longiores. Tarsi structura valde variabili.

Species hujus generis regiones palaearcticam, ethiopicam et indicam habitant. In subregione palaearctica eurasiatica species 1, in subregione mediterranea 22, in subr. mandschurica 1; in regione ethiopica 11, in regione indica 2. *R. personatus* L., in domibus vivens, species est cosmopolitica.

1. (65). Abdomen et corium lateribus glabra vel raro breviter (*personatus*, *villosus*) vel longius (*fuscus*) ciliata, corpus in hoc casu magnum, rostrum articulo secundo primo saltem circiter dimidio longiore fossaque tibiarum anticarum magna.

2. (64). Tarsi antici distincte triarticulati.

3. (12). Femora tota fusca vel nigricantia, raro dilute fusca, versus apicem obscuriora. Membrana apice numquam albomaculata.

4. (5). Tibiae anteriores curvatae. Femora et tibiae anteriora inferne densissime et brevissime setulosa, pilis longioribus remotis exsertis, fossa spongiosa tibiarum solum $1/10$ apicalem occupante. Corpus totum atrum vel fuscum, superne nitidum, glabrum. Vertex utrinque et scutellum macula lutescente. Frons oculo angustiore (♂). Gula inter oculos medio articuli secundi rostri aeque lata. Antennae piceae vel articulis tribus ultimis luteis, dense griseo-pilosulis, fusco-setosis, articulo primo parte anteapicali capitis breviore, secundo curvato primo paullo magis quam triplo longiore, tertio recto tenui secundo paullo longiore. Pronotum lobo antico postico breviore, sulcis obliquis distingvendis, lobo postico antice leviter transversim rugoso, carinis ad sulcum distinctis, elevatis, retrorsum evanescentibus, limbo postico late laevigato, angulis obtusis, parum prominulis. Scutellum apice horizontali. Hemielytra abdomine angustiora. Mesopleura interne et apice, metapleura tota transversim fortius strigosa. Venter parce adpressim pilosus. Pedes postici breviter pilosi. Tarsi fuscescentes, postici articulo primo inferne viso secundo duplo breviore, secundo et tertio aeqve longis. Ungviculi fusco-testacei. Long. 27—29 mm.

Osch., пол. насѣком. заравш. д. ины p. 13. *Opsicoetus* Jak., Bull. Soc. Nat. Mosc. 1885, III, 89.

Patria: Turkestan (Mus. Mosc., Coll. Horvath, Montandon, Puton, Reuter).

Var. fuscescens mihi: fuscus, membrana versus apicem pallidiore.

Patria: Bagdad, D. Semper (Mus. Vindob.).

1. **Fedtschenkianus** Osch.

5. (4). Tibiae anteriores rectae. Corpus nigrum vel piceum, nitidum, raro pronoto bicolore.

6. (7). Pronotum lobo antico nigro, postico lurido. Oculi (♂) parvuli, leviter prominentes. Corpus nigrum, sat nitidum, longius griseo-villosum. Connexivum nigrum unicolor. Hemielytra brevius pilosa, opaca, cum membrana nigra, limbo laterali corii fasciaque mox infra tertiam basalem partem membranae luridis, membranae limbo exteriore sat anguste pallido. Caput pronoto paullo brevius, parte anteoculari postoculari cum collo longitudine subaequali, parte postoculari retrorsum sensim constricta, parte ocellifera parte interoculari vix altiore. Frons oculo $\frac{1}{3}$ latior. Gula inter oculos latissima, fronte interoculari adhuc latior. Ocelli mediocres. Antennae nigrae, articulo primo parti capitis anteoculari et oculo simul sumtis aeque longo, secundo primo circiter $\frac{2}{3}$ longiore. Rostrum nigro-piceum, articulo secundo primo circiter dimidio longiore. Pronotum lobo antico postico longitudine aequali, sat convexo, sublaevi, postico versus sulcum transversalem sat declivi, angulis lateralibus obtuse rotundatis, disco impressionibus tribus longitudinalibus, media cum impressione lobi antici confluente, retrorsum magis ampliata, ante basin autem abbreviata, margine postico supra basin scutelli truncato. Scutellum apice in spinulam brevem obliquam surgente. Mesotethium utrinque macula ad coxas aliaque anguli exterioris apicalis fusco-luridis. Metapleura transversim strigosa. Venter segmentis quinque primis medio totis carinatis (♂). Pedes fusco-picei, dense longissime pilosi. Fossa spongiosa tibiarum circiter $\frac{3}{8}$ apicales anticarum, circiter $\frac{1}{4}$ apicalem intermediarum occupans. Lon. ♂g $13\frac{2}{3}$ mm.

Reut., Rev. d'Ent. VI, 159, 18 (1887).

Patria: China, Peking (Coll. Fallou et Reuter).

2. **fasciatus** Reut.

7. (6). Pronotum unicolor. Corpus piceum, nitidum. Corium et connexivum margine exteriore breviter vel longius ciliata.

8. (11). Corpus fusco-pilosum. Hemielytra nitida, pilis retrorsum vergentibus curvatis dense pilosula, fusca, interdum clavo apice corioque interne dilutioribus. Connexivum fuscum, immaculatum. Antennae piceae, dense molliter sat longe griseo-pilosae, setis exsertis pilis his parum vel paullo longioribus (♂), vel breviter parcius pilosae (♀), articulo primo parte anteantennali capitis distincte (♂) vel parum (♀) longiore, secundo primo $\frac{3}{4}$ vel vix duplo longiore, tertio secundo parum longiore. Femora ipso apice tibiaeque (plerumque) basi livida. Femora longius dense pilosa, pilis longis vel longissimis exsertis. Tibiae pilis exsertis longioribus vel

(♂) longissimis, saepe infra medium pallidiores, apice fusco. Fossa spongiosa tibiarum anticarum quartam (♂) vel magis qvam qvartam apicalem partem occupans. Tarsi pallidiores, postici articulo primo et secundo aequelongis, tertio secundo longiore. Pronotum lobo antico postico multo breviore, hoc impressionibus tribus longitudinalibus fortius impressis, angulis posticis obtusis, haud prominulis. Membrana linea tenui juxta apicalem partem suturae aliaque juxta venam externam lividis. Hemelytra et connexivum breviter ciliata.

9. (10). Oculi majores. Gula inter oculos medio vel apici articuli secundi rostri (♂) vel apici capitis (♀) aeque lata. Antennae articulo primo secundo vix duplo (♂) vel circiter $^{3}/_{4}$ (♀) longiore, pilis mollibus maris setis rigidis brevioribus. Pronotum lobo postico antice magis minusve fortiter transversim rugoso, postice latius laevigato. Scutellum apice horizontali. Hemiclytra abdominis latitudine (♂) vel abdomine paullo angustiora (♀). Long. 16—18 mm.

Cimex Linn. Syst. Nat. Ed. X, 446, 48. Fn. Svec. 252, 941. Scop., Ent. Carn. 130, 379. Hout. Nat. Hist. I, X, 357, 48. Müll., Linn. Nat. 493, 64. Geoffr. in Fourcr. Ent. Par. 195, 4. Razoum. Hist. Jorat, 184, 125. Dvig., Fn. Mosq. 126, 359. Shaw, Gen. Zool. 166. *Reduvius* Fabr., Syst. Ent. 730, 2. Petagna, Spec. Ins. Cal. 42, 225. Rossi, Fn. Etr. II, 255, 1357. Fabr., Ent. Syst. IV, 194, 2. Cederh., Fn. Ingr. 279, 874. Schellenb., Land. u. Wasserw. 22, T. VII, f. 1. Lamarck, Syst. 294, 156 *ut typus generis!* (1801). Wolff, Ic. Cim. II, 79, 76, T. VIII, f. 76. Schranck, Fn. Boic. 100, 1173. Walck., Fn. Par. 352, 1. Latr., Hist. Nat. III, 249. Fabr., Syst. Rh. 267, 6. Panz., Fn. Germ. LXXXVIII, f. 22. Latr., Hist. Nat. XII, 258, 1. Fall., Mon. Cim. 120, 1. Lam., Hist. Nat. 499, 1. Fall., Hem. Sv. 156, 1. Lap., Ess. class. syst. 8. Duf., Rech. 189, 2. Hahn, Wanz. Ins. II, 17, f. 125. H. Sch., Nom. Ent. 61. Burm., Handb. Ent. II, 235, 1. Brullé, Hist. Ins. 319, T. XXIV, f. 4. Spin., Ess. 120. Costa, Cim. R. Neap. I, 17, 1. Westw., Intr. II, Syn. 120. Blanch., Hist. d. Ins. 104, 5. Ramb., Fn. And. 176. Am. et Serv., Hist. d. Hém. 337, 1. H. Sch., Wanz. Ins. IX, Ind. 179. Baer., Cat. 22. Flor, Rh. Livl. I, 679, 1. Fieb., Eur. Hem. 155, 1. Dougl. et Sc., Brit. Hem. 344, 1. Saund., Syn. Brit. Hem. 624, 1. Horv., Mag. Rabl. Atn. 14, 1. Voll., Hem. Neerl. 317. Put., Syn. Hém. France I, 175, 1. Reut., Rev. Syn. 354, 326. Saund., Hem. Het. Brit. Isl. T. XV, f. 1. *Opsicoetus* Stål, Ö. V. A. F. 1859, 191. Hem. Fabr. I, 125.

Reut., Sk. o. Finl. Red. 63, 1. Stål, En. Hem. IV, 77, 1. Reut., Ent. Tidskr. V, 177. Jakovl., Bull. Soc. Nat. Mosc. 1885, III, 89. Prov., Faun. ent. Canada III, 184. — *Cimex ater* Poda, Ins. Gr. 57, 13. — *Cimex quisqvilius* De Geer, Mém. 282, 25, T. XV, f. — *Cimex annulata* Harr., Exp. Engl. Ins. 89, T. XXVI, f. 5. — *Cimex villosus* Thunb., Diss. ent. nov. ins. II, 35. — *Reduvius pungens* Lec., Proc. Ac. Nat. Sc. Philad. VII, 404. *) — *Reduvius albosignatus* Prov., Nat. Canad. IV, 105.

Patria: Europa usque in Svecia media; Caucasus; Asia minor; Algeria; Madeira; America borealis, Canada, New-York, Philadelphia, Indiana; Tasmania, Australia, sec. Walker.

3. **personatus** Linn.

10. (9). Oculi minores. Gula basi articuli primi rostri vel apici capitis aeque lata (♂) vel oculo inferne viso distincte latior (♀). Frons oculo aeque lata (♂) vel hoc dimidio latior (♀). Antennae articulo secundo primo $^3/_4$ vel fere duplo longiore, maris pilis mollibus setis rigidis vix brevioribus. Corpus quam in praecedente adhuc longius et densius pilosum. Pronotum lobo postico transversim fortius rugoso-strigosum, limbo postico parum vel anguste laevigato. Scutellum apice recurvatum. Hemielytra abdominis longitudine, abdomine paullo angustiora (♂), vel abbreviata, tantum medium segmenti dorsalis quinti attingentia et abdomine multo angustiora (♀). Metapleura profunde externe irregulariter cicatricoso-strigosa. Long. ♂ ♀ $13^3/_5$—16 mm.

Reduvius Fabr. Ent. Syst. IV, 194, 3. Syst. Rh. 267, 6. Coqu. Ill. Icon. 94, T. XXI. f. 9. Reut., Rev. Syn. 355, 327. — *Opsicoetus* Stål, Hem. Fabr. 124, 1. En. Hem. IV, 77, 2.

Patria: Algeria (Mus. Holm., Mus. Vindob., Coll. Puton, Signoret et Reuter); Tunisia, D. Doria (Mus. Genov.).

4. **villosus** Fabr.

11. (8). Corpus pilis longis adpressis aliisque paucioribus exsertis pallide griseo-flaventibus pilosum. Hemielytra opaca, abdominis longitudine (♂), dense semiadpressim pallido-pilosa, fusca, corio fascia parva paullo supra quartam basalem partem guttulaque rotundata ad angulum interiorem, membrana guttula transversali paullo infra angulum interiorem, angulo

---

*) Specimen masculinum *R. pungentis* (Philadelphia) in coll. Signoret asservatum oculis minus exsertis et convexis fronteque oculo aeqve lata divergit. An differentia individualis, vix specifica?

interiore areae interioris guttulaque ad basin venae exterioris lurido-flaventibus. Connexivum pallide testaceum, segmentis circiter $^2/_3$ basalibus nigro-fuscis. Oculi mediocres. Frons oculo aeque lata (♂). Gula inter oculos basi articuli tertii rostri aeque lata. (Antennae in exemplo desunt). Pronotum lobo antico sulcis profundis, lobo postico antico cum annulo collari aeque longo, fortiter transversim ruguloso, medio fere tota longitudine et postice utrinque prope latera impresso, carinis discoidalibus solum ad sulcum transversalem distingvendis, limbo basali fortiter declivi, marginato, angulis lateralibus obtusis ne minime quidem prominulis. Scutellum horizontale carina apicali lateralibus aequelonga. Hemielytra (♂) abdomine paullo angustiora. Pleura transversim sat subtiliter strigosa, rugis elevatis granulis instructis. Venter nigro-piceus, nitens, subtiliter transversim aciculatus, pilis griseo-flaventibus sat dense sericans, segmentis qvarto et qvinto medio obtusissime carinatis, sexto medio haud carinato. Connexivum longius ciliatum. Pedes dense pilosi, pilis longissimis (♂) exsertis. Femora dilute fusca, versus apicem obscuriora. Tibiae fuscae, medio late pallidae, anticae fossa spongiosa dimidium apicalem occupante. Long. ♂ $15^2/_5$ mm.

Sign., Ann. Soc. Ent. France LXI, p. 471 (1891).
Patria: Senegambia (Coll. Signoret). 5. **fuscus** Sign.

12. (3). Femora tota vel ad partem flaventia vel albicantia, raro tota fusca, in hoc casu membrana apice alba fossaque tibiarum anticarum parva.

13. (20). Hemielytra tota fusca vel nigro-fusca, subglabra vel solum venis pilosulis, interdum limbo membranae apicali decolore. Corpus fuscum vel nigro-fuscum, parum pilosum. Pronotum opacum, lobo antico sulcis distinctis, lobo postico creberrime transversim ruguloso, saltem impressionibus lateralibus prope angulos obsoletissimis vel nullis, limbo basali tenuiter marginato. Connexivum concolor, nigro-fuscum vel fuscum.

14. (15). Femora longe ultra medium nigro-fusca, dein ante apicem iterum nigro-fuscum annulo ochraceo ornata. Tibiae dilutius fuscae vel fusco-testaceae, basi et apice obscurius fuscae, mox infra basin annulo sordide ochraceo. Corpus nigro-fuscum. Hemielytra cum membrana tota fusca, opacula, glabra, feminae abdomine paullo breviora. Frons oculo aeque lata (♀). Gula inter oculos apici capitis aeque lata (♀). Rostrum fuscum. Pronotum lobo postico antico cum annulo collari aeque longo, creberrime ruguloso et rugoso-punctato, impressione media discoidali parum profunda, carinis discoidalibus parum distinctis, retrorsum longe abbreviatis, angulis

subrectis, levissime prominulis. Scutellum transversim strigosum. Meso- et metapleura transversim strigosa, opacula. Venter nitidus, piceo-niger. Fossa spongiosa tibiarum tertiam apicalem partem anticarum et paullo minus quam quartam apicalem partem intermediarum occupans (♀). Long. ♀ 17⅔ mm.

Patria: Abyssinia (Coll. Signoret ut *R. nigricans* var.).

6. **Signoreti** n. sp.

15. (14). Femora pallide ochracea, apice annuloque lato medio vel infra medium fuscis vel nigro-fuscis. Pronotum lobo postico angulis lateralibus acutis.

16. (19). Fossa spongiosa ⅖ tibiarum anticarum et circiter ¼ intermediarum occupans (♂ ♀).

17. (18). Antennae testaceae, articulo secundo ante apicem annulo angusto fusco. Rostrum testaceum. Pedes pallide flaventes, coxis, trochanteribus, ima basi superiore femorum, horum apice annuloque infra medium, femorum anteriorum interne interrupto, apiceque tibiarum dilutius fuscis. Membrana limbo apicali toto decolore. Corpus fuscum, parum pilosum, ventre tamen pilis longis sed subtilibus parcius adpressis. Frons oculo ⅓ angustior (♂). Gula inter oculos articulo ultimo rostri aeque lata (♂). Pronotum lobo postico impressione longitudinali sat obsoleta, densissime et subtiliter ruguloso, limbo posteriore pallescente. Scutellum distincte transversim strigosum, apice distincte brevius recurvo. Long. ♂ 14 mm.

Opsicoetus Klug, Symb. II, fol. e, T. IX, f. 6.

Patria: Arabia deserta, D. Ehrenberg (Mus. Berol.).

7. **nigricans** Klug.

18. (17). Antennae fusco-nigrae, breviter pilosulae, articulo primo parte capitis anteantennali paullo longiore, secundo primo circiter 2⅓ longiore, tertio secundo paullo longiore. Rostrum piceo-nigrum. Caput, pronotum et scutellum pilis nonnullis fuscis sat longis exsertis. Etiam propleura et pedes pilis longis exsertis fuscis. Pedes pilis aliis brevioribus subadpressis, fusci vel nigro-fusci, femoribus ⅓—⅖ basalibus annuloque anteapicali ochraceis, tibiis apicem versus saepe dilutius fuscis vel testaceis, apice tamen fusco, mox infra basin annulo sordide ochraceo vel testaceo, tarsis testaceis, posticis obscurioribus, articulo primo secundo fere ⅖ breviore, tertio secundo paullo longiore. Frons oculo fere ⅓ angustior (♂ ♀). Gula inter oculos articulo secundo rostri paullo infra hujus medium aeque

lata (♂ ♀). Pronotum lobo postico lobo antico et annulo collari simul sumtis circiter dimidio longiore, creberrime sat fortiter ruguloso, impressionibus longitudinalibus carinisque discoidalibus nullis, limbo postico praecipue versus latera marginato. Scutellum in spinam fortiter oblique surgentem productum, transversim profunde strigosum. Hemielytra cum membrana unicoloriter nigro-fusca, venis clavi et corii setulis brevibus curvatis instructis. Venter nitidus, fusco-pubescens, pilis longioribus exsertis. Long. ♂ $20\frac{2}{3}$—$21\frac{1}{2}$, ♀ 23—24 mm.

Stål, Ö. V. A. F. 1855, 40, 1. *Opsicoetus tarsatus* Stål, Hem. Afr. III, 139, 1 (nec Germ.).

Patria: Africa meridionalis, Port Natal, D. Möschl (Mus. Vindob.), Caffraria, D. Wahlberg (Mus. Holm., Coll. Signoret).

8. **nigrofuscus** Stål.

19. (16). Fossa spongiosa circiter quartam apicalem partem tibiarum anticarum et septimam partem intermediarum occupans. Corpus fusco-nigrum. Caput nigrum. Antennae fusco-testaceae. Scutellum spina apicali acuta. Hemielytra membranacea fusco-nigra. Pectus et abdomen fusco-testacea. Pedes flavescentes, femoribus apice annuloque ante apicem fusco-nigris. Tarsi flavescentes. *R. personato* paullo major. Mihi ignotus.

Germ. in Silb. Rev. ent. V, 131, 25. *Opsicoetus* Stål, En. Hem. IV, 77, 4.

Patria: Terra capensis. 9. **tarsatus** Germ.

20. (13). Hemielytra fusca, pallido-signata vel pallide flaventia, plerumque fusco-signata.

21. (22). Pronotum lobo postico carinis longitudinalibus divergentibus distinctissimis, usque ad limbum basalem declivem extensis, ubique aeque elevatis linearibus. Corpus opacum, glabrum. Pedes brevissime pilosi. Caput cum collo latitudine cum oculis duplo longius, parte anteoculari postoculari, collo excepto, aeque longa; parte postoculari, collo excepto, a supero visa oculo parum breviore, lateribus pone oculos subparallelis, versus collum rotundatis, disco parum elevato, gutta testacea utrinque ad ocellum. Oculi (♂) parum prominentes, superne visi fronte interjacente aeque lati. Ocelli sat late distantes. Gula inter oculos latitudini mediae articuli secundi rostri aeque lata. Antennae breviter pilosae, setis articulorum ultimorum sat longis, semierectis, articulo primo glabro parti anteoculari capitis aeque longo, secundo primo fere duplo et dimidio longiore et

tertio saltem $1/4$ breviore, quarto secundo aeque longo. Pronotum lobo postico granulis minutissimis subaspero, antico et annulo collari simul sumtis vix longiore, angulis lateralibus obtusis haud prominulis. Scutellum in spinam longam horizontalem compressam productum, hac spina carinis lateralibus paullo longiore. Hemielytra abdominis longitudine. Pleura dense et minutissime granulosa, meso- et metapleura subtilissime transversim strigosa. Abdomen pallide flavens, apice vel saltem segmento genitali fuscescente, connexivo concolore flavescente. Femora antica inferne utrinque serie densa aciculorum. Tibiae brevissime pallido-setulosae, fossa spongiosa fere $1/6$ apicalem tibiarum anticarum et $1/8$ intermediarum occupante. Tarsi postici articulo primo a latere viso secundo fere $1/3$ breviore, tertio secundo longiore. Ungviculi testacei. Long. ♂ $10 1/2$ mm.

Patria: Algeria. 10. **carinatus** n. sp.

a. Caput, pronotum, scutellum et pectus fusca. Hemielytra fusca, fere tertia apicali parte corii pallidiore ibique marginibus obscure fuscis, dimidio apicali clavi areaeque adjacentis corii dilute livido-flaventibus, sutura clavi venaque interiore corii in hoc loco pallido nigro-fuscis; membrana dilute fusca, angulo interiore, linea tenui juxta apicalem partem suturae aliaque externa juxta venam exteriorem lividis. Antennae nigro-fuscae. Pedes livido-flaventes, inaequaliter (an typice?) fusco-vittati et variegati. ♂.

Oran, D. Mathieu (Coll. Montandon). var. **fenestratus** mihi.

aa. Praecedenti structura in omnibus simillimus, sed colore valde divergens. Corpus pallide flavens, capitis parte anteoculari fusco-testacea, interoculari et postoculari nigro-fuscis, oculis nigris, pronoto sulcis lobi antici fuscescentibus, scutello ante medium utrinque macula fuscescente. Hemielytra pallide flaventia, versus apicem paullo obscuriora; membrana pallido-fumata, limbo lato decolori, areis duabus venisque obscure nigro-fumatis, angulo interiore areae interioris, linea juxta suturam membranae aliaque exteriore venae exteriori parallela lividis. Antennae et pedes pallide flavo-testacei. ♂.

Biskra (Coll. Puton). var. **discoidalis** mihi.

22. (21). Pronotum lobo postico carinis versus limbum basalem obtusis et plerumque evanescentibus, interdum totis obsoletis, raro fere usque ad limbum basalem declivem extensis, in hoc casu autem tibiae posticae longe pilosae vel caput mox pone oculos retrorsum constrictum.

23. (36). Membrana fusca vel fuscescens, interdum pallide flavens fusco-variegata, raro pallida; numquam fusca apice late albido vel stramineo, nec albida, fusco-signata. Fossa spongiosa tibiarum anticarum magna vel majuscula.

24. (25). Connexivum pallide flavens, immaculatum. Pedes pallide flaventes vel testacei, femoribus omnibus apice anguste, posticis etiam pone medium annulo fusco signatis. Femora sat dense sed brevius pilosa. Tibiae anteriores breviter pilosae, posticae longius pilosae, pilis nutantibus ad summum crassitie tibiae duplo longioribus; tibiae anticae rectae, margine inferiore dense setuloso, ad basin fossae mutico, fossa spongiosa quartam apicalem partem occupante; tibiae intermediae fossa spongiosa quintam apicalem occupante. Tarsi postici articulo primo secundo circiter $1/4$ breviore, tertio duobus ultimis simul sumtis aeque longo. Corpus pallide sordide flavens, superne cum hemielytris dense testaceo-pilosulum. Caput vertice saepeque etiam vittis duabus partis anteapicalis, pronotum lobo antico ad magnam partem vel saltem fascia transversa macularum ante sulcum transversalem, lobo postico lateribus maculisque vel vittis duabus magnis triangularibus disci (his signaturis interdum totis obsoletis), scutellum utrinque ante medium macula laterali saepeque etiam apice, hemielytra vittula infra medium clavi aliaque adjacente corii nec non macula externa corii pone medium membranaque macula basis areae interioris, pleura externe venterque utrinque vitta lata laterali piceis vel picescentibus vel fuscescentibus, magis minusve distinctis. Membrana pallida, ubique dilute fuscescenti-conspurcata, venis pallidis. Caput cum collo latitudine cum oculis circiter duplo longius, pone oculos longius sinuato-constrictum, parte anteoculari deflexa oculo partique postoculari simul sumtis, collo excepto, aeque longa. Frons oculo paullo latior. Gula inter oculos medio articuli secundi (♀) vel basi articuli tertii (♂) rostri aeque lata. Antennae testaceae vel rufo-picescentes, breviter pilosulae, setis testaceis nutantibus modice longis, articulo primo saepe medio late vel fere toto piceo, parti anteantennali capitis longitudine subaeqvali, secundo primo paullo magis qvam duplo longiore. Pronotum lobo antico postico breviore, sulcis bene sculpturatis, lobo postico opaculo crebre subtiliter subcoriaceo-punctulato, angulis lateralibus obtusis ultra latera corii haud prominentibus. Scutellum in apicem breviusculum sat fortiter reflexum productum, carina apicali lateralibus aeque longa. Hemielytra abdominis longitudine (♂ ♀). Meso- et metapleura subtiliter (metapleura

tamen paullo fortius) transversim striata, illa externe late laevigata. Venter pilis testaceis adpressis. Long. ♂ ♀ 16 mm.

Put., Enum. d. Hém. rec. en Tunisie, 22.

Patria: Tunisia, Arad, D. Valéry-Mayet (coll. Puton, spec. typic.), Gabes m. junii, D. Antinori, Nafta m. maji, D. Abdul Kerim (Mus. Genov. ut *R. tabidus*, coll. Reuter). 11. **Mayeti** Put.

25. (24). Connexivum pallide flavens, segmentis omnibus fascia vel macula basali fusca.

26. (33). Femora flaventia vel ochracea, omnia annulo infra medium apiceque fuscis vel saltem annulo fusco infra medium.

27. (32). Tibiae flaventes vel ochraceae, saltem annulo superiore apiceque fuscis.

28. (29). Membrana fusca vel nigro-fusca, venis concoloribus, interdum ipsa basi venae intermediae pallida. Pronotum fusco- vel nigro-piceum, lobo postico maculis duabus magnis sulcum transversalem attingentibus ibique plerumque confluentibus, a margine postico autem remotis testaceis. Corpus fusco- vel nigro-piceum, parum nitidum, dense et longe griseo- vel pallido-pilosum. Frons oculo duplo angustior (♂). Oculi maris magni, inferne subcontigui. Rostrum nigro- vel fusco-piceum, articulo secundo primo duplo longiore. Antennae nigro-piceae vel piceae, dense breviter pallido-pilosulae, pilis aliis longioribus exsertis, articulo primo parte capitis ante-antennali paullo longiore, secundo primo circiter duplo longiore, tertio secundo parum longiore. Pronotum lobo antico sulcis distinctis, interdum antice testaceo; lobo postico antico et annulo collari simul sumtis longiore, transversim dense ruguloso, medio ad sulcum et lateribus utrinque obtuse longitudinaliter impresso, angulis lateralibus acutis vel brevissime apiculatis, sed vix prominulis. Scutellum in spinam obliquam apicalem longius productum. Hemielytra piceo-nigra vel -fusca, maris abdominis longitudine, sed abdomine paullo angustiora, venis dense pallido-setulosis, macula subbasali clavi, macula paullo posteriore corii, hujus etiam macula anguli interioris apicalis fasciaque mox infra tertiam apicalem partem posita testaceis. Pleura transversim rugosa, sed haud granulata. Venter piceus, nitidus, serie media macularum connexivoque testaceis, hujus segmentis fere dimidio basali piceis. Pedes longe pallido-pilosi. Tibiae flavo-testaceae, omnes basi et apice annuloque anteriorum fere medio, posticarum supra medium posito fusco- vel nigro-piceis. Fossa spongiosa tibiarum anticarum tertiam apicalem partem, interme-

diarum fere quintam partem occupans. Tarsi postici articulo primo secundo circiter $^1/_4$ breviore, tertio secundo paullo longiore. Variat magnitudine macularum pronoti. Long. 15—16$^1/_3$ mm.

Stål, Ö. V. A. F. 1855, 188, 4. *Opsicoetus* Stål, Hem. Afr. III, 139, 2. En. Hem. IV, 78, 6. *Opsicoetus octomaculatus* Reut., Ad cogn. Red. 64.

Patria: Africa, Sierra Leona (Mus. Holm.), Adafoah, D. Unger (Mus. Berol.), Bibanga (coll. Fallou), Amu (coll. Reuter).

12. **annulatus** Stål.

29. (28). Membrana fusca, saltem venis pallidis.

30. (31). Pronotum unicolor, nigro-fuscum vel piceo-fuscum. Scutellum horizontale, minus longe acuminatum, piceo-fuscum. Corpus piceo-fuscum, parum nitidum, minus dense et modice longe pallido-pilosum. Frons oculo distincte angustior (♂) vel distincte latior (♀). Gula inter oculos oculo ab infero viso circiter $^2/_3$ angustior (♂) vel hoc sat multo latior (♀). Oculi nempe maris inferne qvam superne parum magis appropinquati, feminae distincte latius distantes. Rostrum fuscum. Antennae fusco-testaceae, articulo primo fusco, parti capitis anteoculari aeque longo. Pronotum lobo postico disco transversim rugoso, angulis lateralibus rotundatis. Hemiclytra maris abdominis longitudine, feminae solum apicem segmenti quinti dorsalis attingentia, sordide pallide flaventia, clavo medio maculaque corii interiore adjacente nec non corio extra venam interiorem $^2/_3$ posterioribus fuscis, macula tamen ante apicem corii pallida. Membrana dilutius fusca, venis ipsaque basi areae exterioris pallidis. Abdomen lateribus sat dilatatum et hemiclytris latius (♂ ♀), fuscum, connexivo pallido-flavente, segmentis omnibus fascia basali fusca. Tibiae pallide flaventes, annulo superiore apiceque fuscis. Fossa spongiosa tibiarum anticarum vix magis qvam qvartam apicalem partem occupante. Long. ♂ 13, ♀ 13$^3/_4$ mm.

Opsicoetus Reut., Berl. Ent. Zeit. XXV, 163, 19.

Patria: Africa borealis, Tanger, D. Schousboe (Mus. Havn.).

13. **annulipes** Reut.

31. (30). Pronotum fuscum, lobo postico maculis tribus pallido-flaventibus. Scutellum apice spina suberecta gracili sat longa, utrinque macula apicali ante spinam pallide flavente signatum. Corpus fuscum, pilis pallidis nitidis pubescens, pallido-pilosulum. Caput tuberculis antenniferis, imo apice

maculaque parva obsoleta utrinque ad ocellum pallide flaventibus. Gula inter oculos basi articuli secundi rostri (♂) vel basi rostri (♀) latitudine aeqvalis. Rostrum articulo secundo primo fere duplo longiore. Antennae fuscae, articulis primo et secundo versus basin testaceis, primo capite a latere viso circiter $1/3$ breviore. Pronotum angulis anticis obtuse rotundatis, lobo antico sat sculpturato, postico dense ruguloso, subaenescenti-nitido, tuberculis duobus posterioribus obtusis sed distinctissimis, angulis lateralibus brevius acute productis, acumine nonnihil retrorsum vergente. Hemielytra fusca, clavo, fascia ante medium excepta, corii quarta parte basali, ima basi excepta, vitta mox ante medium posita utrinque abbreviata, venis versus apicem, macula ad apicem venae exterioris, macula pallida in angulo interno apicali corii, fascia basali membranae irregulariter flexuosa et postice profunde sinuata, venis membranae, macula inter apicem corii et venam externam areae exterioris nec non venulis nonnullis apicalibus transversis pallido-flaventibus. Venter nitidus, unicoloriter fuscus. Connexivum pallide flavens, segmentis dimidio basali fusco. Acetabula macula externa pallide flavente. Pedes pallido-flaventes, femoribus ima basi, annulo medio vel femorum posteriorum fere pone medium posito apiceque, tibiis basi et apice annuloque anteriorum fere medio, posticorum ante medium, nec non articulis omnibus tarsorum apice late obscure fuscis. Fossa spongiosa tibiarum anticarum circiter $3/7$ apicales, intermediarum paullo magis quam quartam apicalem partem occupans. Long. ♂ $14^3/_4$, ♀ 16 mm.

Opsicoetus Reut., Ad cogn. Red. 63.

Patria: Africa, Chinchoxo, D. Falkenstein (Mus. Berol.).

14. **maculosus** Reut.

32. (27). Tibiae testaceae vel ochraceae, unicolores. Pronotum flavo-testaceum, sulco longitudinali lobi antici, sulco transversali vittisque tribus latis lobi postici basin attingentibus fuscis, hoc lobo igitur lateribus et plagis duabus oblongo-triangularibus testaceis. Scutellum fuscum, guttula media testacea, carina apicali lateralibus aeque longa, apice pallidiore in spinam sat brevem recurvo. Corpus superne opacum. Caput fusco-testaceum, parte anteoculari lateribus, macula inter et pone ocellos colloque fuscis. Frons oculo saltem aeque lata. Gula inter oculos apice rostri parum latior. Oculi parum prominentes. Rostrum fusco-testaceum. Antennae fuscae, breviter dense pilosae, articulo primo parti anteantennali capitis aequelongo, secundo primo magis qvam triplo longiore, tertio se-

cundo parum longiore (♂). Pronotum lobo postico transversim dense ruguloso, carinis solum ad sulcum transversalem distingvendis, brevissimis, sat obsoletis, impressionibus longitudinalibus parum distinctis, media solum ad sulcum distinctiore, laterali utrinque supra limbum posticum lateralem nulla, hoc limbo distincte marginato, angulis lateralibus obtusis sed haud rotundatis. Hemielytra maris abdomen paullulum superantia, venis setulis brevibus curvatis instructis, flavo-testacea, clavo fascia sat angusta media, macula sat magna adjacente oblonga corii, fascia mox pone medium corii aliaque ante apicem fuscis. Membrana sordide infuscata, angulo interiore, fascia mox supra medium communi arearum, macula sat magna infra partem apicalem corii venisque omnibus flavo-testaceis, his anguste pallido-cinctis. Pectus fuscum, acetabulis metasternoque testaceis, meso- et metapleuris transversim strigosis, illis ante medium externe laevibus. Abdomen (♂) hemielytris haud latius. Venter sat longe flavicanti-pubescens et -pilosus, testaceus, utrinque vitta lata laterali fusca. Connexivum segmentis $^2/_3$ basalibus fuscis. Pedes pilosi, femoribus anterioribus pilis exsertis, quarum nonnullis femorum anticorum altitudine femorum vix magis qvam $^1/_3$ brevioribus. Femora testacea, annulo infra medium apiceque fuscis. Tibiae testaceae, pilis rigidis exsertis destitutae, fossa spongiosa quartam partem apicalem tibiarum anticarum occupante et medium inter qvintam et sextam apicalem partem intermediarum tenente. Tarsi postici articulo primo secundo duplo breviore, tertio hoc paullulum longiore. Long. ♂ $15^3/_4$ mm.

Patria: Abyssinia, Ansaba, m. augusti 1871, D. Antinori (Coll. Lethierry). 15. **plagicollis** n. sp.

33. (26). Femora solum apice fusca vel fuscescentia.

34. (35). Membrana fusca vel fuscescens, guttula ad basin venae externae pallida, plerumque etiam venis anguloque basali pallidis. Corpus nitidulum, dense longius pallido pilosum. Hemielytra apicem abdominis attingentia (♂) vel subattingentia (♀), livida, opacula, dense pilosa, clavo medio, macula adjacente corii corioque dimidio vel $^2/_3$ apicalibus saltem extra venam externam fuscis, macula anguli apicalis interioris maculaque vel fascia in tertia apicali parte corii lividis. Caput nigro-piceum vel fuscum, parte postoculari ab oculis sensim sat fortiter angustata, parte anteoculari sat fortiter deflexa, a latere visaparte postoculari cum collo fere longiore, bucculis saepe testaceis. Frons oculo distincte (♂) vel paullo (♀) angustior. Gula inter oculos crassitie apicali articuli secundi rostri parum

latior (♂) vel crassitiei ejus basali aeque lata (♀). Oculi maris modice prominentes. Rostrum magis minusve obscure piceum. Antennae pallide flaventes, modice longe pilosae, articulo primo parti anteantennali capitis aeque longo, secundo primo duplo (♂) vel circiter $^3/_4$ (♀) longiore, tertio secundo paullo longiore. Pronotum livido-testaceum, magis minusve praecipue lobo antico ferrugineo- vel fusco-variegatum, lobo postico laevigato, obsolete rugoso, angulis lateralibus obtusis, haud prominentibus. Scutellum nigro-piceum vel fuscum, apice sub-horizontale, carina apicali transversim rugulosa lateralibus fere aeque longa. Pectus nigro-piceum, longe adpressim flavo-setosum, acetabulis limboque postico propleurorum lividis; meso- et metapleuris transversim strigosis, granulis distinctis, illis externe antice laevigatis. Abdomen dorso pallide flavente, linea media longitudinali fusca, maculis fuscis connexivi sat parvis, ventre nitido, piceo, longe adpressim flavo-setoso, transversim subtiliter aciculato, medio pallidiore. Pedes (♂ ♀) breviusculi, dense pallido-pilosi, pilis longissimis tenuibus exsertis. Tibiae apice interdumque etiam annulo angusto sub-basali fuscis, anticae inferne supra basin fossae spongiosae denticulo distinctissimo instructae. Fossa spongiosa tibiarum $^3/_7$ apicales partes anticarum et paullo magis qvam $^1/_4$ (♂) vel paullo minus qvam $^1/_3$ (♀) intermediarum occupans. Tarsi apice fusci, postici articulis duobus primis aeque longis, tertio secundo longiore. Long. ♂ 15, ♀ $14^1/_2$—$15^1/_2$ mm.

Opsicoetus Klug, Symb. II, fol. e, T. IX, f. 5. Stål, En. Hem. IV, 78, 7.

Patria: Arabia deserta, D. Ehrenberg (Mus. Berol.); Egyptus, Dongala, D. Natterer (Mus. Vindob.).

Var. *dubius* mihi: albido-lividus, capite, pronoti lobo antico, scutello, pectore (maculis exceptis) nigro-piceis; ventre piceo, medio livido; ceteris ut in typo; differt tamen etiam fronte maris oculo parum latiore fossaque spongiosa tibiarum anticarum vix magis quam $^1/_3$ apicalem, intermediarum $^1/_4$ apicalem occupante.

Patria: Egyptus, Cairo, D. Innes (Coll. Reuter).

16. **nebulosus** Klug.

35. (34). Membrana nigro-fusca, venis concoloribus. Corpus nigro-fuscum, opaculum, superne sat dense brevius pilosum, scutello pilis longis erectis. Hemielytra et abdomen pallide ochracea. Hemielytra setis testaceis breviusculis decumbentibus et versus apicem curvatis densius pilosa, solum fascia brevi mox infra medium corioque macula interiore suturam mem-

branae attingente mox supra tertiam apicalem partem fuscis. Caput cum collo latitudine cum oculis fere duplo longius, ante oculos sat leviter deflexum, parte anteoculari postoculari, collo excepto, magis quam duplo longiore, postoculari versus collum sat fortiter constricto. Frons oculo fere $1/3$ angustior (♂). Gula inter oculos apici articuli ultimi rostri aeque lata (♂). Antennae (♂) flavo-testaceae, dense breviter pilosulae, setis longioribus rigidis semiexsertis, articulo primo dilute picescente, secundo apice ultimisque totis nigro-piceis, articulo primo parti anteantennali capitis longitudine subaequali, secundo primo vix $2^2/_3$ longiore, tertio secundo circiter dimidio longiore, quarto tertio breviore. Rostrum testaceum, nitidum, articulo primo piceo. Pronotum lobo antico postico breviore, utrinque sulcis obliquis laevibus bene distinctis, lobo postico usque in basin crebre et fortiter irregulariter ruguloso, antice inter carinulas breves magis regulariter transversim strigoso, angulis lateralibus obtusis ultra latera haud prominulis, imo apice denticulo vel granulo minuto instructis. Scutellum fortiter transversim rugosum, carina apicali apice longius acute producta lateralibus aeque longa. Meso- et metapleura transversim sat fortiter strigosa, acetabulis nonnihil pallidioribus. Venter dense longius adpressim flavo-pilosus. Connexivum pallide ochraceum, segmentis basi macula fuscescente notatis. Pedes flavotestacei, femoribus omnibus apice anguste fuscescentibus. Femora et tibiae setis longioribus valde nutantibus subaequaliter pilosa. Tibiae anticae rectae, fossa spongiosa vix quartam apicalem partem occupante. Tarsi postici articulo primo secundo paullulum breviore, tertio secundo distincte longiore. Long. ♂ $14^1/_3$ mm.

Patria: Senegal, Dakar, D. Moisson (Coll. Montandon et Reuter).

17. **Montandoni** n. sp.

36. (23). Membrana fusca, saltem apice pallido, ochraceo vel albido; raro pallida, fusco-signata vel fuscescens vel pallida unicolor, in hoc casu autem fossa spongiosa tibiarum anticarum minuta.

37. (64). Tarsi postici triarticulati.

38. (63). Antennae articulo secundo unicolore nec pallido ante apicem dilatatum fusco-annulato.

39. (42). Clavus et corium pictura fusca destituta, pallide ochracea vel flaventia, membrana abdomen longius superans (♂), apice concolor. Pedes toti straminei. Pronotum lobo antico postico fere duplo angustiore, lobo postico impressione antica ad medium sulci lata, impressione utrinque la-

terali ad marginem basalem, angulis lateralibus rotundatis. Fossa spongiosa tibiarum parva vel minutissima, vix perspicua.

40. (41). Caput, pronotum, scutellum, pectus cum coxis apexque abdominis fusca. Abdomen, hemielytra et pedes straminea. Corpus sub-glabrum. Caput leviter nutans, longum, latitudine cum oculis fere duplo et dimidio longius, parte postoculari in collum longum constricta. Frons oculo fere $^1/_3$ angustior. Rostrum dilute fuscescens, articulo secundo primo magis quam dimidio longiore. Antennae fuscae, articulo primo basique secundi stramineis, articulis tribus ultimis dense molliter pallido-pilosis, pilis longioribus rigidulis nutantibus, articulo primo parte anteantennali capitis breviore, tertia parte capitis paullo longiore, secundo primo paullo magis quam $3^1/_2$ longiore, tertio secundo parum longiore. Pronotum lobo antico parum sculpturato, lobo postico antico cum annulo apicali parum longiore, antice sat obsolete (impressione media distinctius) transversim strigoso, postice laevi. Scutellum fortius transversim strigosum, apice acuto paullo producto et leviter reflexo. Hemielytra tota glabra. Membrana fuscescenti-grisea, venis concoloribus, sutura extra venam externam vittaque angusta hanc venam externe tangente hyalinis, vitta longitudinali infra apicem corii obscurius fuscescente. Meso- et metapleura subtiliter transversim strigosa, illa antice laevia, solum granulis nonnullis adspersa. Pedes pilosi. Femora antica inferne versus apicem compressa, solum $^2/_5$ basalibus planiuscula, margine dense brevissime seticulosa. Tibiae anticae breves, femoribus saltem $^1/_3$ breviores, distincte curvatae, fossa spongiosa omnium minutissima, vix perspicua; intermediae rectae, fossa spongiosa suboblonga, sed parva; posticae longe pilosae. Tarsi postici articulo primo secundo circiter duplo breviore, tertio secundo aeque longo. Long. ♂ 20 mm.

Holotrichius Stål, Ö. V. A. F. 1858, 318, 19. *Opsicoetus* Stål, Hem. Afr. III, 140, 4, En. Hem. IV, 78, 12.

Patria: Africa, Territorium fluvii Svakop, D. J. Wahlberg (Mus. Holm.). 18. **obscuricollis** Stål.

41. (40). Corpus pallide stramineum, sat dense longius pallido-pilosum. Caput solum fuscum, fortiter deflexum, latitudine cum oculis fere duplo longius, parte postoculari pone oculos usque ad medium constricta. Frons oculo aeque lata (♂). Oculi maris inferne contigui. Antennae pallide stramineae, longe pilosae, articulo primo apicem capitis subattingente, secundo primo paullo minus quam quadruplo longiore, tertio secundo aeque longo.

Rostrum articulo secundo primo vix duplo longiore. Pronotum totum laeve. Scutellum apice horizontale. Hemielytra pilosa. Membrana hyalina, abdomen longe superans. Meso- et metapleura laevia. Pedes pilosi. Tibiae anticae rectae, femoribus parum breviores. Fossa spongiosa tibiarum anticarum circiter septimam partem apicalem occupans, intermediarum minutissima. Tibiae posticae longe et dense pilosae. Tarsi postici articulo primo secundo vix duplo breviore, tertio secundo distincte longiore. Long. ♂ $10^{3}/_{4}$ mm.

Stål, Ö. V. A. F. 1858, 218, 28. *Opsicoetus* Stål, Hem. Afr. III, 140, 5. En. Hem. IV, 78, 13.

Patria: Africa, Territorium fluvii Svakop, D. J. Wahlberg (Mus. Holm.). 19. **fusciceps** Stål.

42. (39). Hemielytra pallida, plerumque fusco-signata, membrana fusca, saltem apice decolore vel albido vel ochraceo.

43. (62). Hemielytra pallida, clavo pallido vel fusco vel bicolore, corio saltem fascia pone medium (interdum ante marginem lateralem abrupta) membranaque fuscis, hac angulo basali, apice late maculisque duabus lateralibus, altera partem apicalem marginis corii attingente, altera opposita limbi interioris.

44. (61). Tarsi postici articulo primo secundo breviore.

45. (46). Hemielytra sordide straminea vel albida, clavo toto concolore, corio angulo interiore concolore, solum fascia pone medium versus marginem lateralem attenuata ibique subabrupta fusca. Tibiae anticae fossa spongiosa vix sextam apicalem partem occupante, intermediae fossa spongiosa minutissima, angusta. Tarsi postici articulo primo secundo paullo breviore, tertio secundo aeque longo. Corpus superne opaculum. Caput, pronotum, scutellum, pro- et mesostethia nigro-fusca. Apex scutelli, metastethium totum, abdomen, antennae et pedes toti sordide straminea, apex abdominis fuscus. Caput ante oculos fortiter deflexum, pone oculos fortiter constrictum, utrinque ad ocellum guttula obsoleta straminea notatum. Frons oculo angustior. Gula inter oculos latitudini articuli secundi rostri mox infra medium aeque lata. Oculi maris magni, exserti. Antennae articulo primo parti capitis anteantennali longitudine subaequali, articulo secundo primo circiter $2^{1}/_{3}$ longiore. Pronotum lobo antico postico fere aeque longo, parum sculpturato, postico granulis omnium minutissimis parcius adspersis, antice transversim obsolete ruguloso, postice laeviusculo, angulis lateralibus obtusis haud prominentibus. Scutellum carina apicali

lateralibus longitudine subaequali, parte pallida levissime reflexa. Hemielytra apicem abdominis paullulum superantia. Epimera pronoti mesopleuraque granulis distinctis, meso- et metapleura levissime transversim strigosa, externe laevigata. Femora minus longe subadpressim pallido-setosa, antica inferne granulis destituta, setulis fuscescentibus rigidis apicem versus vergentibus fere biseriatis. Tibiae anteriores breviter et parce, posticae paullo longius pallido-setosae, setis semierectis, his tibiarum anteriorum crassitie tibiae brevioribus vel saltem haud longioribus. Long. ♂ 12 mm.

Stål, Ö. V. A. F. 1855, 188, 3. *Opsicoetus* Stål, Hem. Afr. III, 140, 3. En. Hem. IV, 78, 10.

Patria: Egyptus, D. Natterer (Mus. Vindob. et Coll. Reuter); Nubia, Bahr-el-Abiad (Mus. Holm., spec. typic.).

20. **dorsalis** Stål.

46. (45). Clavus totus vel ad partem fuscus.

47. (50). Tibiae anticae fossa spongiosa quartam vel quintam partem apicalem occupante, totae rectae, ad fossam interne haud ampliatae; intermediae fossa parva, sed bene distingvenda. Caput longiusculum, cum collo latitudine cum oculis duplo vel fere duplo longius. Pronotum lobo antico postico aeque vel fere aeque longo, toto laevi, ne minime quidem sculpturato, lobo postico antice transversim strigoso, impressione media lata, carinis ad sulcum brevibus, obtusis, postice late laevigato, limbo basali utrinque impresso, angulis lateralibus obtusis haud prominentibus. Scutellum apice subhorizontale. Hemielytra abdomen haud vel parum superantia, angulo interiore corii concolori, pallido. Membrana macula laterali albida venam externam haud vel parum superante. Pectus fuscum, acetabulis plerumque posterioribus, meso- et metasternis pallide flaventibus. Meso- et metapleura granulis destituta, transversim strigosa, illa externe laevia. Venter setis paucis exsertis. Femora anteriora inferne setulis rigidis vel aciculis versus apicem vergentibus adspersa, vitta media longitudinali glabra.

48. (49). Corpus superne cum hemielytris nitidum. Caput, pronotum et scutellum obscure picea vel nigricanti-picea, apice scutelli interdum pallido, parce breviter setulosa. Hemielytra clavo, apice interdumque etiam parte dimidia apicali suturae clavi exceptis, corioque basi anguste, fascia lata pone medium et plerumque etiam apice fuscis, hac fascia ubique aeque lata, interdum vittula brevi corii juxta suturam clavi fuscescente; mar-

gine laterali corii costisque breviter adpressim flavo-setulosis. Abdomen pallide flavens, apice sat late fuscum. Pedes toti pallide flaventes. Caput antice fortiter deflexum, parte postoculari ab oculis in collum fortius sinuato-angustata. Frons oculo parum angustior (♂) vel vix latior (♀). Gula inter oculos basi articulo ultimo rostri fere angustior (♂) vel apici articuli secundi aeque lata (♀). Oculi sat leviter (♀) vel modice (♂) exserti. Antennae fuscae, articulo primo basique secundi pallide flaventibus, primo parte anteantennali capitis distincte breviore, secundo primo saltem triplo (♀) vel fere quadruplo (♂) longiore, tertio secundo parum longiore. Pronotum lobo postico antice fortius strigoso. Scutellum disco utrinque oblique transversim strigoso, carina apicali lateralibus fere duplo breviore. Femora breviter subadpressim pilosula, pilis semierectis longioribus pilosa, his pilis femorum anteriorum crassitie femoris saltem duplo, posteriorum crassitie femoris distincte brevioribus. Tibiae anticae breviter, posticae sat longe flavo-pilosae, anticae inferne ad basin fossae spongiosae denticulo instructae, fossa spongiosa quartam apicalem partem occupante. Tarsi postici articulo primo secundo circiter $1/3$ breviore, tertio secundo aeque longo. Long. ♂ ♀ 18 mm.

Opsicoetus Klug, Symb. II, fol. e, T. IX, f. 3. Stål, En. Hem. IV, 78, 9. Jak., Bull. Soc. Nat. Mosc. 1885, III, 89. *Reduvius thoracicus* Stål, Ö. V. A. F. 1855, 188, 2. *R. testaceus* Fieb., Eur. Hem. 156, 2.

Patria: Graecia, Attica, Parnassos, Taygetos, Syra; insulae Rhodus et Cyprus; Asia minor, Pontus, Smyrna, Amasia, Kurdistan (Coll. Reuter); Syria, Beyruth (Coll. Signoret); Persia, Djâpelag, D. Rodles (Mus. Vindob.); Arabia; Egyptus, Africa orientalis (Mus. Vindob. ut *pallidus* Stål). 21. **pallipes** Klug.

49. (48). Corpus superne cum hemielytris opaculum, glabrum. Caput, scutellum et metapleura nigro-fusca, apice scutelli saepe stramineo. Pronotum et prostethium magis minusve pallide fusco-testacea, lobo postico medio saltem basi et utrinque ad latera obscurius fusco. Hemielytra magis minusve sordide albida, clavo macula semielliptica media ad marginem scutellarem, corio vitta longitudinali inter hanc maculam et basin areae interioris membranae, fascia sat lata mox pone medium apiceque anguste fuscis. Abdomen pallide flavens, apice fuscescens. Pedes plerumque pallidissime flaventes, femora postica ante apicem annulo fusco. Caput antice sat deflexum, parte postoculari ab oculis ad medium sensim minus

fortiter rotundato-angustata, dein subito in collum constricta. Frons oculo paullulum angustior (♂) vel hoc vix latior (♀). Gula inter oculos apice rostri (♂) vel apice ejus articuli secundi (♀) vix latior. Antennae fusco-testaceae, articulo primo imaque basi secundi plerumque pallide flaventibus, articulo primo parti anteantennali capitis longitudine subaequali (♂) vel paullo breviore (♀), secundo primo circiter triplo longiore, tertio secundo circiter $^1/_3$ longiore (♂). Pronotum lobo postico antice subtiliter transversim strigoso, lateribus sublaevigato. Scutellum carina apicali lateralibus parum breviore. Femora parce breviter subtiliter adpressim pilosula, antica inferne pilis exsertis tenuibus crassitie femorum multo brevioribus, postica subglabra. Tibiae solum inferne, anticae non nisi ad apicem pilosae; tibiae anticae inferne ad basin fossae spongiosae denticulo obsoletissimo vel nullo, fossa spongiosa vix magis quam $^1/_5$ apicalem occupante. Tarsi postici articulo primo secundo paullo breviore, tertio duobus primis simul sumtis paullulum breviore. Long. ♂ ♀ $11^1/_2$—$12^1/_2$ mm.

Opsicoetus Jakovl., Bull. Soc. Nat. Mosc. 1885, 90.

Patria: Caucasus, Ordubad, D. Christoph (spec. typ.), vallis Araxes, D. Leder (coll. Jakovleff, Horvath et Reuter); Persia, Ourmiah (coll. Lethierry). 22. **inermis** Jak.

50. (47). Tibiae anticae fossa spongiosa parva vel minuta, ad summum paullo magis quam sextam partem apicalem occupante, intermediae fossa spongiosa omnium minutissima, non nisi aegerrime distingvenda, vel hac destitutae.

51. (60). Tarsi postici articulo primo a latere viso secundo $^1/_5$—$^1/_4$ vel ad summum duplo breviore.

52. (53). [Femina]. Antennae, rostrum et pedes fusca, tarsi fuscescenti-testacei. Corpus totum cum connexivo nigro-fuscum, ventre basin versus pallidiore. Femora antica inferne granulis minutissimis et densissimis scabricula. Tibiae anticae apice interne dilatato-compressae, fossa spongiosa partem circiter septimam apicalem occupante, margine interiore ad basin fossae denticulo instructo. Tarsi postici articulo primo secundo paullulum breviore, tertio secundo aequelongo. Oculi sat fortiter exserti. Frons oculo distincte latior. Gula inter oculos apice articuli primi rostri vix angustior. Antennae sat longe parcius pilosae, articulo primo parte anteoculari capitis paullo longiore, secundo primo circiter $2^1/_3$ longiore, tertio secundo parum longiore. Pronotum sat nitidum, angulis anticis rectis, lobo antico cum annulo apicali postico aequelongo, sulcis laevibus

inter lineas coriaceas, lobo postico antice fortius transversim strigoso, carinis longitudinalibus divergentibus ultra medium distinctis, impressione media sat profunda, limbo basali laevigato, utrinque intra angulos laterales sat profunde impresso, angulis lateralibus leviter obtuse nonnihil prominulis. Scutellum concolor, transversim et oblique strigosum, apice subhorizontali, carina apicali lateralibus breviore. Hemielytra straminea, clavo toto, corio basi et apice anguste, angulo interiore fasciaque lata mox infra medium, interne et externe fere aeque lata, nigro-fuscis. Membrana maculis lateralibus stramineis, apicali albida. Episterna prothoracis dense et fortiter coriacea. Pectus lateribus granulis destitutum, mesopleuris subtilius, metapleuris fortius transversim strigosis. Venter leviter transversim aciculatus. Tibiae posticae modice pilosae. Long. ♀ 12 mm.

Patria: Syria, Kaifa, communicavit D. Autran (Coll. Reuter).

23. **Autrani** n. sp.

53. (52). Pedes toti vel ad maximam partem pallide flaventes.

54. (55). Abdomen (feminae) dilatatum, segmentis quatuor primis pallide flaventibus, limbo basali segmentorum dorsalium et connexivi fusco; venter vitta angusta media lateralique lata utrinque piceis, segmentis quinto et sexto totis piceis. Pedes pallide flaventes, femoribus anticis, apice excepto, intermediis medio late posticisqve fusco-piceis, his $^1/_3$ basali ipsoque apice flaventibus, tibiis posticis longe ultra medium nigro-piceis, basi tamen pallide flavente. Corpus nigro-fuscum. Hemielytra pallide flaventia, clavo toto fusco, corio basi, angulo interiore fasciaque fuscis, hac ubique aeque lata. Pronotum nitidum, granulis destitutum, lobo postico dense fortiter irregulariter strigoso, angulis lateralibus subrectis, ultra latera corii leviter prominulis. Scutellum apice leviter recurvo, carina apicali lateralibus breviore, disco utrinque lateribusque profunde oblique strigosis. Pleura pectoris dense coriacea, granulis destituta, sat fortiter minus dense irregulariter transversim strigosa. Venter parce breviter remote pilosus. Femora antica inferne granulis acutis adspersa. Tibiae anticae fossa spongiosa circiter octavam partem apicalem occupante, posticae sat parce setosae. Tarsi postici articulo primo secundo circiter $^1/_3$ breviore, tertio secundo aeque longo. Long. ♀ $14^1/_3$ mm.

Patria: Algeria, Macheria (Coll. Puton.). 24. **Putoni** n. sp.

55. (54). Connexivum fasciis fuscis destitutum. Femora omnia pallide flaventia vel solum postica ante apicem leviter infuscata, antica inferne setis

rigidis nonnullis brevibus. Caput oculis valde exsertis, ante oculos valde deflexum, pone oculos versus collum fortiter constrictum. Pronotum lobo antico opaco vel opaculo, utrinque sulcis saepe valde superficialibus obliquis leviter nitidulis, loco postico angulis lateralibus obtusis ultra latera corii haud prominulis. Corium angulo interiore fasciaque infra medium fuscis. Corpus capite, pronoto, scutello et pectore, metasterno interdumque etiam metapleuris exceptis, obscure fuscis.

56. (57). Clavus fuscus, macula laterali ante medium quartaque vel quinta parte apicali stramineis. Corium stramineum, fascia versus latera attenuata, apice anguste fusco. Corpus superne glabrum. Frons oculo circiter $1/3$ angustior (♂) vel huic aeque lata (♀). Gula inter oculos basi articuli tertii (♂) vel secundi (♀) rostri aeque lata. Antennae brevissime (♀) vel sat breviter (♂) pilosae, setis rigidis longioribus semierectis, pallide flaventes, articulo primo parte anteantennali capitis aeque longo (♀) vel hac fere longiore (♂), secundo primo paullo magis quam duplo longiore, tertio secundo paullulum longiore. Pronotum opacum, lobo antico postico fere aeque longo, sulcis superficialibus obliquis leviter nitidulis, lobo postico granulis minutis dense consperso, impressionibus tribus longitudinalibus sat leviter impressis, media lata profundiore. Scutellum disco subtiliter parcius granulato, transversim leviter strigoso, carina apicali lateralibus fere aeque longa, apice pallidiore sat recurva, disco transversim leviter rugosa. Hemielytra abdomen paullo superantia (♂) vel hoc paullo breviora (♀). Pleura pectoris subtiliter sat dense granulosa, mesopleura solum interne et ipso apice metapleuraque levissime transversim strigosa, haec saepe pallidiora, straminea. Acetabula posteriora straminea. Abdomen stramineum, apice late fuscum, interdum etiam ventre, lateribus et basi exceptis, fusco. Pedes pallide straminei, femoribus posticis ante apicem fuscescentibus. Femora breviter adpressim pilosa, antica inferne utrinque setulis rigidis vel aciculis versus apicem vergentibus fuscis seriatis, setis tenuibus exsertis nonnullis brevibus, altitudine femoris duplo (♂) vel triplo (♀) brevioribus. Tibiae anticae rectae, inferne ad fossam spongiosam leviter dilatatae, ad ejus basin denticulo parvo armatae, fossa spongiosa leviter obliqua circiter septimam apicalem partem occupante; posticae sat parce et modice longe setosae. Tarsi postici articulo primo a latere viso secundo vix $1/4$ breviore, tertio secundo parum longiore. Long. 12 mm.

Opsicoetus Klug, Symb. II, fol. e, T. IX, f. 4. Stål, En. Hem. IV, 78, 8.

Patria: Algeria; Tunisia (Coll. Puton), Oned Betahs (Coll. Reuter), Nafta d. 10 maji, D. Abdul Kerim (Mus. Genov. ut *pallipes* Kl.).

25. **tabidus** Klug.

57. (56). Clavus usque in apicem fuscus, lineola laterali pallida ante medium, hac interdum obsoleta.

58. (59). Tarsi postici articulo primo a latere viso solum $1/5$—$1/6$ breviore, tertio secundo aeque longo vel paullulum breviore. Pedes toti flavo-testacei, femoribus saepe basin versus adhuc pallidioribus. Episterna prothoracis et scutellum longe pallido-setosa, pilis saepe detritis. Frons oculo paullo angustior (♂ ♀). Gula inter oculos omnium angustissima, linearis, apici rostri aeque lata. Antennae flavo-testaceae, articulo primo parti anteantennali capitis aeque longo, secundo primo vix vel fere triplo longiore, tertio secundo circiter dimidio (♀) longiore, sat breviter pallido-pilosae, setis rigidis longis exsertis, articulis ultimis fuscescentibus. Rostrum fuscum. Pronotum lobo antico postico distincte breviore, utrinque sulcis superficialibus obliquis laevibus nitidulis, lobo postico nitidulo, granulis destituto, sed antice et lateribus transversim dense subtiliter subcoriaceo-ruguloso, impressione media lata, fortius transversim strigosa, limbo basali laevigato, convexo-declivi, utrinque prope angulum lateralem fortius impresso ibique submarginato. Scutellum disco inaequaliter oblique rugoso, carina apicali lateralibus plerumque breviore, apice pallido subhorizontali. Hemielytra abdomen paullulum longiora (♂) vel ejus longitudine (♀), pallide ochracea, fusco-signata; clavo, corio basi anguste, angulo interiore fasciaque ubique fere aeque lata, interdum ad marginem lateralem abrupta, saepeque etiam apice anguste fuscis; vena corii cubitali adpressim breviter setulosa. Pleura pectoris granulis destituta, transversim sat fortiter strigosa. Acetabula posteriora straminea. Abdomen pallide testaceum, apice fuscum. Venter remote pilosus. Femora adpressim pilosa, antica inferne aciculis brevibus versus apicem vergentibus fuscis sat dense adspersa, setis nonnullis rigidis altitudine femorum triplo brevioribus instructa. Tibiae setis exsertis longis (♀) vel posteriorum longissimis (♂); anticae ad fossam spongiosam leviter dilatatae, inferne ad basin fossae denticulo armatae, fossa spongiosa leviter obliqva sextam (♂) vel octavam (♀) partem apicalem occupante. Long. $12^2/_3$—13 mm.

Patria: Syria, Kaiffa, DD. Gobert et Reitter (Coll. Horvath,

Montandon, Puton et Reuter); Cyprus (Coll. Signoret ut *tabidus* Klug). *) 26. **Jakovleffi** n. sp.

59. (58). Tarsi postici articulo primo secundo circiter duplo breviore, secundo tertio fere aeque longo. Pedes pallidissime flavescentes, femora postica apice annulo fusco. Corpus piceo-nigrum. Oculi maximi, convexi, breviter setosi. Antennae flavo-ferrugineae, articulo secundo primo triplo longiore, tertio secundo nonnihil breviore. Pronotum ut in *R. ciliato*, lobo postico subtiliter ruguloso, solum medio rugis majoribus fortioribus. Scutellum nigrum, medio subtiliter rugulosum, apice flavo-ferrugineo in spinam leviter reflexam producto. Hemielytra angusta, subtiliter adpressim albido-pilosa, abdomine paullo breviora, ut in *R. ciliato* signata (vide infra, n:o 29). Abdomen nigro-piceum, ventre parce remote longius setoso. Connexivum pallide flavens. Femora antica inferne brevissime setosa. Tibiae posteriores remote longe setosae. Long. $11\frac{1}{2}$—12 mm.

Opsicoetus Jakovl., Труд. Русск. Энт. Общ. XIX, 125, 15. Bull. Soc. Nat. Mosc. 1885, III, 89. (Mihi ignotus).

Patria: Turkmenia, Achal Tekke, D. Komarov (Coll. Jakovl.).

27. **Komarovii** Jak.

60. (51). Tarsi postici articulo primo secundo triplo breviore, tertio duobus primis simul sumtis aeque longo, longe setosi. Pedes pallidissime flaventes. Femora sat breviter semi- vel sub-adpressim pilosa, anteriora inferne utrinque denticulis in seriem positis armata, postica ante apicem annulo sat lato fusco. Tibiae anticae rectae, fossa spongiosa nonam vel decimam partem apicalem occupante; posticae basin versus brevius apicem versus longius setosae, setis leviter nutantibus. Antennae maris dense longissime pilosae, picescentes, articulo primo basique secundi anguste pallide flaventibus, primo parte anteantennali capitis vix longiore, secundo primo paullulum magis quam triplo longiore, tertio secundo $\frac{1}{6}$ breviore et quarto paullulum longiore. Corpus nitidum, glabrum, solum venter pilis brevibus flavicantibus adpressis. Caput, rostrum, pronotum, scutellum, pectus et venter fusca. Venter carina media lateribusque cum connexivo pallide flavens, limbo basali segmentorum 3—6 fusco. Hemielytra albida, abdomen longius superantia, clavo, angulo interiore corii

*) In Mus. Vindobon. asservatur specimen (♂), in Egypto a D:o Natterer lectum, a typo non nisi scutello carina apicali lateralibus longiore, pleuris pectoris tenuiter striatis, hemielytris albidis nec ochraceis divergens; vix species propria.

fasciaque ejus pone medium fuscis, clavo linea media marginis exterioris apiceque pallidioribus, fascia corii versus latera attenuata, apice corii concolori, albido. Membrana macula suturali albida usque ad apicem corii producta. Caput ante oculos fortiter deflexum, pone oculos versus basin valde sinuato-constrictum. Oculi maximi, valde exserti, inferne subcontigui (♂). Frons oculo aequelata (♂). Pronotum lobo antico postico breviore, sulcis obliquis laevigatis distinctissimis, lobo postico granulis minutis sat dense conspersis, antice transversim striguloso, carinis postice divergentibus distinctis, tenuiter elevatis, angulis lateralibus obtusis ultra latera corii haud prominulis. Scutellum carina apicali lateralibus circiter $^{2}/_{5}$ breviore, ipso apice levissime recurvo. Meso- et metapleura transversim aciculata, granulis minutis parce adspersis. Long. $12^{1}/_{2}$—$12^{3}/_{4}$ mm.

Oplistopus Jakovl., Труд. Русск. Энт. Общ. VIII, 79, T. I, ff. 14 et 15. *Opsicoetus* Jak., Bull. Soc. Nat. Mosc. 1885, III, 88.

Patria: Turkestan (Mus. Mosc., Coll. Jakovl., Horvath, Montandon, Oschanin, Puton et Reuter). 28. **Christophi** Jak.

61. (44). Tarsi postici articulo primo secundo circiter dimidio longiore, secundo tertio circiter $^{1}/_{4}$ breviore. Corpus fusco-nigrum. Caput, pronotum et scutellum setis fuscis erectis sat longe pilosa. Hemielytra abdominis longitudine, brevius semierecte pilosa, albicantia, clavo, angulo interiore, fascia infra medium ubique fere aeque lata ipsoque apice corii nigro-fuscis, clavo macula laterali ante medium pallescente. Abdomen nigro-fuscum vel fusco-testaceum, ventre pilis exsertis. Connexivum pallide flavens, segmento sexto nigro-fusco. Acetabula posteriora pallide flaventia. Antennae flavo-testaceae, sat breviter pilosae, articulo primo apicem capitis subattingente, secundo primo fere $2^{2}/_{3}$ longiore, duobus ultimis setis longioribus exsertis, tertio secundo parum longiore. Pedes cum coxis pallide flaventes, femoribus anterioribus apice infuscatis, posticis apice late nigro-fuscis, tibiis apice fuscis. Femora pilis tenuibus sat longis exsertis, antica inferne granulis acutiusculis minutis fuscis adspersa. Tibiae anticae solum inferne pilis paucis, fossa spongiosa circiter septimam apicalem partem occupante, levissime obliqua, margine inferiore ad basin fossae denticulo minuto instructo. Tibiae posticae pilis paucis tenuibus sub angulo recto exsertis, his marginis exterioris pilis femorum parum vel paullo (♂) longioribus, marginis interioris illis fere duplo longioribus. Frons oculo fere paullo latior (♂ ♀). Gula inter oculos basi articuli tertii rostri aeque lata. Pronotum lobo antico postico breviore, sulcis laevibus nitidis

distinctis, postico dense coriaceo, opaculo, saepe dilutiore, antice leviter transversim rugoso, impressione media lata, carinis ad sulcum parum distinctis, limbo basali convexo-declivi utrinque prope latera impresso, angulis lateralibus obtusis, ultra latera corii haud prominulis. Scutellum apice longius subhorizontaliter acute productum, carina apicali lateralibus aeque longa. Pleura pectoris granulis destituta, mesopleura basi fortius, apice subtilissime, metapleura transversim fortius strigosa. Long. ♂ $10^1/_3$, ♀ $11^1/_4$ mm.

Opsicoetus Jakovl., Труд. Русск. Энт. Общ. XII, 163. Bull. Soc. Nat. Mosc. 1885, III, 88.

Patria: Caucasus, Ordubad (Coll. Jakovleff, Montandon et Reuter); Persia (Coll. Signoret), Persia meridionalis (Mus. Genov.).

29. **ciliatus** Jak.

62. (43). Hemielytra sordide pallide flaventia vel livida, unicolora vel clavo medio maculaque adjacente corii fuscescentibus vel fascia corii infra medium dilute fuscescente; membrana fusca venis concoloribus, limbo apicali late exterioreque angustius usque ad basin areae exterioris pallidis vel sordide albidis, macula ad suturam circa basin venae externae sordide albida, limbo interiore concoloriter fusco. Corpus cum hemielytris sat nitidum, pallide flavens, capite nigro-fusco apice et saepe etiam collo testaceis, ceteris unicolor vel colore sat varians, interdum sulcis pronoti, scutello, pleuris pectoris vittaque lata laterali utrinque abdominis fuscis. Rostrum sordide testaceum. Caput, pronotum et scutellum brevissime adpressim pallido-pilosula. Hemielytra apicem abdominis superantia, setulis retrorsum curvatis valde nutantibus pallidis pilosa. Venter setulis brevibus flavescentibus adpressis. Caput latitudine cum oculis magis qvam duplo longius, antice leviter deflexum, pone oculos sensim minus fortiter angustatum. Frons oculo distincte paullo latius (♂). Gula inter oculos basi articuli tertii rostri vix latior (♂). Oculi parum prominentes. Antennae articulo primo glabro, apicem capitis paullo superante, reliquis dense pilosis (♂), secundo primo $2^2/_3$—fere triplo longiore. Pronotum lobo antico postico breviore, sulcis obliquis distinctis, lobo postico sublaevi, sulco transversali carinis quatuor distinctis, intermediis sat elevatis, limbo basali utrinque prope angulos fortius impresso, angulis lateralibus obtusis, ultra marginem corii haud prominulis. Scutellum apice longius horizontaliter productum. Meso- et metapleura granulis destituta, sat subtiliter transversim strigosa, illa externe laevigata. Pedes unicolores, pal-

lide flaventes. Femora breviter pallido-pubescentia, antica inferne densius setulosa, setis nonnullis brevibus exsertis. Tibiae breviter setulosae, setulis versus apicem tibiae longioribus et densioribus; anticae fossa spongiosa vix magis quam nonam apicalem partem occupante; intermediae fossa spongiosa destitutae. Tarsi postici articulo primo secundo circiter $^1/_4$ breviore, tertio secundo distincte longiore. Long. ♂ 15—15$^3/_4$ mm. (♀ mihi ignota).

Holotrichius H. Sch., Wanz. Ins. VIII, 39, f. 812. *Reduvius* id. partim Fieb., Eur. Hem. 156, 2. *Opsicoetus* Stål, En. Hem. IV, 78, 11. Jak., Bull. Soc. Nat. Mosc. 1885, III, 90. *Reduvius pallidus* Stål, Ö. V. A. F. 1855, 188, 1.

Patria: Rossia meridionalis (Mus. Holm.); Caucasus (Coll. Horvath et Reuter); Turkestan (Mus. Mosc., Coll. Oschanin et Reuter); Teheran D. Kerim (Mus. Genov.); Egyptus, D. Pfeiffer (Mus. Vindob.).

30. **testaceus** H. Sch.

63. (38). Antennae tenuissimae, pallide fuscescentes, articulis tribus ultimis pilis cinereo-flaventibus pilosis, aliis brevioribus semi-adpressis, aliis longioribus erectis, articulo primo capite $^1/_3$ breviore, secundo primo duplo et dimidio longiore, ante apicem distincte dilatatum annulo nigro-fusco signato, tertio secundo fere duplo longiore, quarto tertio $^1/_4$ breviore et secundo dimidio longiore. Corpus obscure fuscum vel fusco-nigrum, scutello hemielytrisque pilis flavo-ferrugineis semierectis, pectore pilis ferrugineis adpressis. Caput latitudine cum oculis duplo longius, fusco-nigrum, parte postoculari sordide testacea. Rostrum nigro-fuscum, breve, marginem pectoris anticum haud attingens. Pronotum nigro-fuscum, lobo antico sat laevigato nitido, lobo postico opaco, coriaceo, dense subtiliter spinuloso. Scutellum dense subtiliter spinulosum, basi dilutius, in spinam longam apice leviter recurvam productum. Hemielytra semipellucida, albida, commissura fuscescente, clavo basi nigro-fusco, corio apicem versus pallidiore. Membrana longissima, hyalina, macula transversali basis, macula ovali discoidali areae interioris maculaque media marginis exterioris nigrofuscis. Pectus medio sordide testaceum. Connexivum unicolor, fuscescens. Abdomen nigro-fuscum, ventre medio sordide testaceo. Pedes sordide flaventes, tibiis apice fuscescentibus, tibiis apicem versus tarsisque pilis longissimis rufescentibus. Femora omnia inferne seriebus duabus densis denticulornm, antica adhuc praecipue interne denticulis irregulariter conspersa. Tibiae rectae, anticae fossa spongiosa brevissima. Tarsi postici articulo

primo secundo breviore, tertio primo et secundo simul sumtis aeque longo. Long. 14 mm.

Opsicoetus Jakovl., Труд. Русск. Энт. Общ. XXIV, 338. (Mihi ignotus).

Patria: Transcaspia, D. Koenig. 31. **tenuicornis** Jak.

64. (37). Tarsi postici biarticulati, articulis duobus primis confluentibus (an typice?), secundo primo sextuplo vel septuplo longiore, reliqui triarticulati, articulis duobus primis brevissimis, tertio his duplo vel triplo longiore. Pedes longi, albidi, unicolores, femoribus posticis ante apicem macula obscuriore. Femora antica et intermedia inferne tota longitudine denticulis seriatis munita. Tibiae cum tarsis longissime ferrugineo-setosae, anticae fossa spongiosa brevissima. Corpus pallide flavens. Hemielytra albida, setis brevibus albidis exsertis, vitta lata $^2/_3$ apicalis clavi, angulum interiorem corii mediumque membranae occupante hujus apicem tamen haud attingente, nigro-fusca. Caput superne et rostrum flavo-ferruginea. Oculi magni, nigri, subtilissime setulosi. Antennae longe pilosae, articulo primo secundo fere quadruplo breviore, tertio secundo nonnihil longiore. Pronotum pallide flavens, fere laeve, carinis et impressionibus longitudinalibus destitutum, lobo postico limbo basali subtilissime ruguloso, angulis lateralibus rotundatis, medio limbi postici nigricante, ipso margine pallido medio declivi. Scutellum saepe medio fuscescens. Connexivum immaculatum. Venter totus pallide albido-flavens, setis longis subadpressis. Pedes longi, unicolores, albidi. Long. 14 mm.

Opsicoetus Jakovl., Труд. Русск. Энт. Общ. XIX, 126, 16. Bull. Soc. Nat. Mosc. 1885, III, 88. (Mihi ignotus).

Patria: Turkmenia, Achal-Tekke. 32. **elegans** Jak.

64. (2). Tarsi antici elongati, uni-articulati. Femora parce breviter pubescentia, anteriora inferne biseriatim spinulosa, postica versus apicem inferne granulis seriatis setulam retrorsum vergentem ferentibus parcius instructa. Tibiae anticae femoribus paullo breviores, seriatim brevissime setulosae, tarsis vix triplo longiores, fossa spongiosa minuta instructae; posteriores breviter pilosae, fossa spongiosa destitutae. Corpus cum hemielytris subglabrum. Caput, pronotum, scutellum fereque tertia pars apicalis corii fusco-ferruginea. Cetera cum rostro, antennis pedibusque pallide flaventia. Membrana (♂) abdomen sat superans, hyalina, areis medio nebula communi fuscescente. Caput apice sat deflexum, pronoto

brevius, parte postoculari lateribus ab oculis usque ad medium sensim rotundato-angustata, dein subito in collum constricta, parte ocellifera fronte paullo altiore. Frons oculo aeque lata (♂). Oculi (♂) magni, inferne sub-contigui. Rostrum articulo secundo primo saltem dimidio longiore. Antennae pallide flaventes, dense pilosae, articulo primo apicem capitis attingente, secundo primo circiter $2^1/_3$ longiore, tertio secundo circiter dimidio longiore. Pronotum angulis anticis in dentem vel spinulam oblique extrorsum vergentem productis, laeve, lobo antico sat convexo, lobo postico antico et annulo apicali simul sumtis paullo longiore, angulis lateralibus obtusis, haud prominulis, disco impressione media in lobum anticum continuata lata, utrinque carinis retrorsum divergentibus et postice evanescentibus terminata. Scutellum usque in apicem horizontale. Coxae anticae inferne granulis nonnullis setuliferis. Epimera prothoracis granulis nonnullis adspersis. Meso- et metapleura laevia. Venter medio carinatus. Long. 10 mm.

Patria: Egyptus, D. Natterer a. 1858 (Mus. Vindob.).

33. **armipes** n. sp.

65. (1). Abdomen lateribus setis longis vel longissimis ciliatum. Rostrum articulo secundo primo plerumque solum nonnihil, raro dimidio longiore, in hoc casu corpus parvulum tibiaeque anticae inferne versus apicem planae, fossa spongiosa vix distingvenda. Femora inermia, pilosa.

66. (67). Tarsi postici articulo primo brevi, duobus ultimis aeque longis. Corium margine dense breviter ciliatum. Abdomen setis longis assurgentibus ciliatum. Caput, antennae, pronotum, scutellum et pectus fuscopicea. Abdomen flavescens, ventre utrinque vitta laterali obsoletius fuscescente. Caput apice sat leviter deflexo, parte postoculari pone oculos usque ad medium constricta. Frons oculo magis quam duplo angustior (♀). Gula apici articuli secundi rostri aeque lata (♀). Oculi maris magni, convexi. Rostrum ochraceum, articulo secundo primo vix longiore. Antennae apice articuli primi flavente, pubescentes, pilis nutantibus modice longis, articulis ultimis pilis paucis longioribus, articulo primo apicem capitis subattingente, secundo primo paullo magis quam duplo longiore, tertio secundo paullulum longiore. Pronotum sat depressum, lobo antico convexiusculo laevi, postico antico circiter duplo latiore, huic et annulo apicali simul sumtis aeque longo, lateribus et antice obsolete ruguloso, impressione media lata et magna, utrinque carina distincta postice evanescente terminata, impressionibus lateralibus minus distinctis, margine ba-

sali medio declivi, angulis lateralibus rotundatis, haud prominulis. Scutellum ipso apice levissime recurvo. Meso- et metapleura transversim strigosa. Hemielytra livida, interne pellucentia, clavo medio, corio fascia obliqua ante medium externe usque ad basin venae externae membranae continuata picescentibus, ipso apice corii picescente. Membrana apicem abdominis haud attingens, leviter infuscata, venis interna basin versus externaque piceis, piceo-cinctis, membrana inter basalem partem hujus venae et marginem hyalina, vittula picea signata. Pedes breviusculi, ochracei, dense et longius pallido-pilosi, femoribus anticis inermibus. Fossa spongiosa tibiarum anticarum fere quartam partem, intermediarum circiter septimam partem apicalem occupans. Long. ♀ 15 mm.

Opinus Stål, Ö. V. A. F. 1855, 40, 1. *Varus* Stål, Hem. Afr. III, 141, 1. *Opsicoetus* Stål, En. Hem. IV, 78, 14.

Patria: Caffraria (Mus. Holm).

34. **ochropus** Stål.

67. (66). Tarsi postici articulis duobus primis aeque longis, tertio illis simul sumtis fere aeque longo vel paullo breviore. Corpus parvulum.

68. (71). Fossa spongiosa tibiarum anticarum $^1/_4$—$^2/_5$ apicales occupans. Rostrum articulo secundo primo parum vel paullo longiore.

69. (70). Corium margine basin versus abdomenque longissime ciliata. Frons oculo vix $^1/_3$ (♂) vel fere duplo (♀) latior. Gula apici capitis aeque lata (♂) vel hoc latior (♀). Corpus oblongo-obovatum, pallide flavo-testaceum, nitidum, longe et dense flavo-pilosum, capite, pronoto et scutello saepe obscurioribus, fuscescenti-testaceis. Caput versus apicem fortiter deflexum, parte anteoculari postoculari et oculo simul sumtis aeque longa, parte postoculari a supero visa versus medium constricta, parte ocellifera fronte parum altiore. Rostrum crassum, pallide flavo-testaceum, articulo secundo primo paullo longiore. Antennae pallide flavo-testaceae, pilosae, articulo primo apicem capitis attingente vel subattingente, secundo primo fere duplo longiore, tertio secundo paullo longiore. Pronotum basi longitudini aeque latum (♂) vel hac paullo angustius (♀), lobo antico sat convexo capiti a supero viso aeque longo, maris magis laevigato, feminae sulcis obliquis distinctioribus, sulco medio profundo in lobum posticum longe continuato, lobo postico impressionibus lateralibus distinctissimis percurrentibus. Scutellum apice levissime recurvo. Hemielytra abdomen sat superantia (♂) vel abbreviata (♀), longissime pallido-pilosa, pallide flaventia, corio mox infra medium fascia fuscescenti-testacea; membrana le-

viter fumata, limbo apicali interiore pallida. Pectus fuscum vel testaceum. Meso- et metapleura transversim strigosa. Abdomen lateribus sat fortiter rotundato-ampliatum, connexivo unicolore vel (♀) ad incisuras segmentorum obscurius testaceum. Pedes breviusculi, pallide flaventes toti vel femoribus apice obscurioribus; longissime pallido-pilosi. Femora anteriora nonnihil incrassata, mutica. Fossa spongiosa quartam (♀) vel paullo magis quam quartam apicalem partem occupans. Tarsi postici articulo tertio duobus primis simul sumtis vix breviore. Long. ♂ ♀ 7 mm.

Reut., Berl. Ent. Zeit. XXV, 163, 20.

Patria: Sicilia, D. Mann; Egyptus, D. Ferrari (Mus. Vindob.).

35. **minutus** Reut.

70. (69). Corium margine basin versus sat breviter ciliatum, abdomen lateribus longe ciliatum. Frons (♂) oculo duplo angustius. Gula (♂) inter oculos basi articuli secundi rostri aeque lata. Oculi (♂) maximi, prominentes, inferne adhuc paullo magis quam superne appropinquati. Corpus oblongum, piceo-ferrugineum, capite, rostro, antennis et pronoto brevius, pedibus longe et dense flavicanti-pilosis. Caput a supero visum lobo antico pronoti circiter dimidio longius, parte anteoculari postoculari longiore, leviter deflexa, parte ocellifera fronte haud altiore. Rostrum picescenti-testaceum, articulo secundo primo parum longiore. Antennae dilute picescenti-testaceae, articulo primo apicem capitis attingente, secundo primo duplo longiore. Pronotum nitidum, basi longitudini aeque latum, lobo antico cum annulo apicali postico paullo breviore, utrinque sat leviter convexo et sulcis distinctis obliquis sculpturato, postico transversim rugoso, limbo basali autem laevi, disco medio fortiter et late impresso, impressione autem ante basin abrupta, lateribus utrinque impressione marginem basalem attingente, angulis lateralibus obtusis, haud prominulis. Scutellum longius productum, horizontale. Hemielytra pallide flaventia, pilis retrorsum vergentibus pilosa, clavo basi saltemque dimidio apicali, corio vitta interna adjacente fasciaque lata mox infra medium fusco-piceis. Membrana fusca, apicem versus sat decolorata. Pectus et venter picea, pilis longis flavicantibus adpressis densius pilosa. Connexivum pallide flavens, apice et basi segmentorum fusco-ferrugineis, simul fascias transversales formantibus. Pedes breviusculi, cum coxis pallide flaventes. Femora annulo infra medium apiceque sat anguste fuscis. Fossa spongiosa tibiarum anticarum fere $^2/_5$ apicales,*) intermediarum tertiam apicalem

*) In descriptione Rev. d'Ent. VI, p. 159 errore typographico „$^2/_3$“ indicatur.

partem occupans. Tarsi postici articulis duobus primis aeque longis, tertio illis simul sumtis parum breviore. Long. 10 mm.

Reut., Rev. d'Ent. VI, 159, 17.

Patria: India, Silhet (Coll. Signoret). 36. **cincticrus** Reut.

71. (68). Tibiae anticae inferne planae, fossa spongiosa vix distingvenda. Corium margine laterali basin versus brevius, abdomen lateribus longe ciliatum. Corpus picescenti-luridum, pallido-pilosum. Caput a supero visum lobo antico pronoti vix longius, parte anteoculari sat fortiter deflexa, postoculari cum collo longitudine aeqvali, fronte (♀) inter oculos oculo duplo latiore, parte ocellifera ne minime quidem elevata. Oculi haud prominuli, superne quam inferne paullo latius distantes (♀). Rostrum articulo secundo primo fere dimidio longiore. Antennae luridae, sat longe pilosae, articulo primo parti anteoculari capitis longitudine aeqvali, secundo primo paullo minus quam duplo longiore, versus basin picescente. Pronotum nitidum, aeque longum ac postice latum, lobo antico postico longitudine aequali, utrinque tumido-convexo, laevi, ne minime quidem sculpturato; lobo postico piceo-ferrugineo, laevi, impressionibus media et lateralibus transversim rugosis, angulis lateralibus leviter obtusis. Scutellum sat longe productum, horizontale. Hemielytra cum membrana opaca, pilis retrorsum curvatis pilosa, lurida, dimidio apicali corii membranaque fuscis. Pectus et abdomen pilis longis adpressis flavis. Meso- et metapleura transversim strigosa. Connexivum unicolor. Pedes luridi, unicolores, longe pilosi. Femora anteriora sat incrassata. Tarsi postici articulis duobus primis aeque longis, tertio illis simul sumtis parum breviore. Long. ♀ 8 mm.

Reut., Rev. d'Ent. VI, 160, 19.

Patria: India borealis (Coll. Signoret). 37. **debilis** Reut.

SPECIES MIHI IGNOTAE, SEDIS INCERTAE.

R. comatus Germ. in Silb. Rev. Ent. V, p. 131, 26 (1837):

„Pallide testaceus, undique pilosus, capite nigricante, abdomine fuscescente, margine pallido.

R. personato plus duplo minor, pallido-testaceus, pilis longioribus, mollibus, pallidis undique dense obsitus, elytris membranaceis, pallidioribus, vix pilosis. Antennae dense pilosae. Caput fusco-nigrum, rostro flavo. Abdomen dilute fuscum, marginibus pallidioribus".

Patria: Terra capensis.

Reduvius dorsalis Fabr., Syst. Rhyng. 279, 65 (e Java), *R. domesticus* Montr., Ann. Soc. Linn. Lyon XI, 237 (e Nova Caledonia), nec non species novae generis *Reduvius* a D:o Walker in Cat. Hem. Het. Brit. Mus. descriptae verisimiliter omnes ad alia genera referendae.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XIX. № 16.

TAFELN

ZUM GEBRAUCH BEI

STEREOMETRISCHEN WÄGUNGEN

VON

ARVID NEOVIUS.

Einleitung.

Die metronomische Operation, welche gegenwärtig die grösste Genauigkeit zulässt, ist ohne Zweifel das Wägen. Bei Volumenbestimmungen nimmt man aus dieser Hinsicht in vielen Fällen mit grösstem Vortheil seine Zuflucht zu Wägungen, stereometrische Wägungen. Nicht selten, wenn es gilt das Volum unregelmässiger Körper zu bestimmen, welche in eine Flüssigkeit eingetaucht werden können, bietet das Wägen uns zugleich das einfachste Mittel.

Die stereometrischen Wägungen können in folgende zwei verschiedene Klassen getheilt werden:

1. *Hydrostatische Wägungen,* bei welchen es gilt, wie bekannt, den Gewichtsverlust des Körpers beim Eintauchen in destillirtes Wasser (oder in eine andere Flüssigkeit, deren physikalische Eigenschaften gehörig bekannt sind) zu bestimmen. Die Anwendung dieser Methode zu Volumenmessungen stüzt sich auf das Princip von Archimedes und auf die Grundprincipien des metrischen Systems, zufolge derer die Masse von 1 l destillirtes Wasser bei + 4° C. (nach der Normalscala des internationalen Bureaus für Maasse und Gewichte) gleich 1 kg ist.

2. *Wasserwägungen,* bei welchen es gilt, auf Grund der letztgenannten Principien, das Volum eines Gefässes durch Bestimmung des Gewichtes einer das Gefäss genau ausfüllender Masse destillirten Wassers von bekannter Temperatur festzusetzen.

Der Unterschied dieser zwei Gruppen von stereometrischen Wägungen liegt doch eigentlich nur in dem äusseren Anordnen des Wägens. Grundwesentlich sind beide diese Verfarungsarten doch nur zwei verschiedene Formen einer einzigen Methode. Bei beiden gilt es unter gegebenen Umständen das Gewicht eines dem gesuchten Volum gleichen Volums destillirten Wassers zu bestimmen, wobei dieses Volum sich unmittelbar an den Körper schliesst und darum dessen termische Ausdehnung genau folgt. Das Wägen des ge-

nannten Wasservolums geschieht in beiden Fällen durch ganz analoge Differenz-Wägungen. Man bestimmt nämlich zuerst das Gewicht des Körpers und dann dasselbe Gewicht, vermindert im ersten Falle und im Zweiten Falle vermehrt mit dem Gewicht des genannten, durch das Körpervolum definirten Wasservolums. Der einzige, unbedeutende Unterschied beider Verfarungen liegt darin, dass der Körper bei hydrostatischer Wägung nur während der ersten Gewichtsbestimmung, bei Wasserwägungen dagegen während beiden, die Differenz-Wägung bildenden Gewichtsbestimmungen dem Auftriebe der Luft ausgesetzt ist.

Den Grundsätzen des Metersystems gemäss muss die Masse des Kilograms überall der Masse des internationalen, bei dem Bureau in Sèvres aufbewahrten Prototyps 𝕶 aus Iridiumplatina gleich sein. Die Stoffe, welche man bei Fabrikation von Gewichten anwendet, sind indessen von nicht wenig verschiedener Dichtigkeit, selbst wenn sie im Handel einen und denselben Namen tragen. So hat man z. B. bei der Aichungskommission in Finland gefunden, dass das specifische Volum einiger vom finländischen Münzhause in Helsingfors gelieferten Kilogramstücke aus Messing zwischen 117 und 123 $ml.kg^{-1}$ varierte.

Hieraus erhellt die Nothwendigkeit bei Bestimmungen von wirklichen Precisionsgewichten deren Volumen zu kennen. Das geeignetste Mittel hierzu ist die hydrostatische Wägung.

Wasserwägung aber ist das genaueste Verfaren zur Bestimmung von Raummaassen, welche wasserdicht sind und durch Wasserfüllung nicht beschädigt werden können. Dieses Verfaren ist z. B. bei der finländischen Aichungskommission zur Bestimmung sämtlicher Arbeitsnormale der finländischen Aicher angewendet worden, und ist auch in einigen anderen Ländern in gewissen Fällen für denselben Zweck amtlich vorgeschrieben.

Die Reductionsberechnungen, welche nöthig sind, um aus den rohen Resultaten stereometrischer Wägungen die definitiven Volumen zu erhalten, sind, wenn sie mit grösster Genauigkeit und jedes Mal vom Anfange an ausgeführt werden sollen, gewöhnlich sehr zeitraubend und beschwerlig. Dies hat mich bestimmt zum Dienste Anderer die Tafeln, welche ich ursprünglich für eigene Bedürfniss zusammengestellt und bei der Anwendung vom nicht wenigen Nutzen gefunden habe, im Druck erscheinen zu lassen. Ich habe sie auf die in „Travaux et mémoires du bureau international des poids et mesures“ t. I vorkommenden Tafeln gestützt, weil es für Erhalten der Einheit des internationalen Systems der Maasse unerlässlich ist, dass auch bei allen metronomischen Reductionsberechnungen überall auf demselben Grunde gebaut wird, und dass etwaige Veränderungen, z. B. die Einführung neuer Konstantenwerthe, nur

durch Veranlassung einer internationalen Übereinkunft geschehen dürfen. Diesem Grundsatze habe ich auch betreffend einiger am Schlusse der Abhandlung beigelegten Hilfstafeln gefolgt, wesshalb die neuesten Konstantenwerthe dort nicht aufgenommen sind.

Diese Tafeln, welche die stereometrischen Wägungen nur indirekt berühren, habe ich grösserer Bequemlichkeit willen hier beigefügt. Sie umfassen Tafeln für die Reduktion der Qwecksilberbarometerstände auf 0° normale Dichtigkeit ($13{,}59593$), Breite vom 45° und Meeresniveau, nebst einer Tafel, welche mit Temperatur und relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft als Argumente den Werth von $0{,}3779\ f$ giebt. Reductions-und Korrektionstafeln für Aneroide, Termometer und Haarhygrometer, gegenwärtig das einzige Apparat für Bestimmung der Feuchtigkeitsgehalt der Luft, welches im Wagekasten bequem anwendbar ist, müssen selbstverständlich hier fehlen, weil solche für jedes Instrument besonders errichtet und von Zeit zu Zeit erneuert werden müssen.

Herleitung der Formeln, auf denen sich die Tafeln stützen.

A. Hydrostatische Wägungen.

Die Bedeutung der angewandten Symbolen: V das gesuchte Volum des Körpers bei der Temperatur t_l; c und l die specifischen Massen des Körpers und der Luft bei der genannten Temperatur; t_w die Temperatur und w die entsprechende specifische Masse des Wassers; α der kubische Ausdehnungskoefficient des Körpers; P das rohe Gewicht des Körpers nach dem Werthe im vacuum der angewandten Gewichte und nach Anbringen aller Korrektionen, welche auf möglichen instrumentalen Fehler der Wage beruhen; V_P das Volum der angewandten Gewichte (P)*); p der rohe Gewichtsverlust des in Wasser eingetauchten Körpers mit Beachten dessen, was bei P gesagt ist, und der Korrektionen die von dem Gewichtsverlust des Gehänges und den kapillären Wirkungen der Wasseroberfläche auf das Gehänge beruhen; V_p das Volum der angewandten Gewichte (p); $s = V_p \cdot p^{-1} =$ das specifische Volum dieser Gewichte (p).

Die Gleichgewichtsgleichungen:

der Körper in der Luft: $cV - l\,V = P - l\,V_P$

der Körper im Wasser: $cV - wV\,[1 - \alpha\,(t_l - t_w)] = P - p - l\,(V_P - V_p)$

$$V\,[w - \alpha\,w\,(t_l - t_w) - l] = p\,(1 - l\,s)$$

$$V = p \cdot \frac{1}{w} \cdot \frac{1 - l\,s}{1 - \alpha\,(t_l - t_w) - l w^{-1}} \;\ldots\ldots\; 1.$$

---

*) Gewöhnlich sind die angewandten Gewichte nicht alle aus demselben Metall, sondern die kleinsten Bruchgewichte aus einem anderen als die Hauptmasse der Gewichten. In solchen Fällen muss man diese Bruchgewichte auf das Metall der Hauptmasse reduciren durch Anbringen einer Korrektion für

Dieser Gleichung kann man die Form geben:

$$V = p\,(1 + \beta) \cdots\cdots 2$$

wo β eine Funktion von t_w, t_l, s, α und $b = B - 0{,}3779\,f$ ist, wenn wir mit B den absoluten Werth des Luftdruckes in mm und mit f den entsprechenden Feuchtigkeitsdruck im Wagekasten bezeichnen. *)

Hätten die Werthe von t_l und b zwischen beiden Wägungen sich verändert, würden die rechten Glieder der Gleichgewichtsgleichungen diese Form erhalten:

$$P - l\,V_P$$
$$P - p - l'\,(V_P' - V_p')$$
$$p - l'\,V_p' + l'\,V_P' - l\,V_P.$$

Da beide Wägungen gewöhnlich in demselben Lokal und mit nicht allzu grosser Zwischenzeit ausgeführt werden, und $(t_l' - t_l)$ daher keine grosse Werthe annehmen kann, ist es möglich hier $V_P' = V_P = sP$ und $V_p' = V_p = sp$ zu setzen.

Wenn man dabei l' durch $l + \triangle l$ bezeichnet, erhält man mit grosser Genauigkeit statt des letzten Ausdruckes:

$$p\left[1 - l\left(s - s\,\frac{\triangle l}{l}\,\frac{P-p}{p}\right)\right]$$

Eine zwischen beide Wägungen eingetretene Veränderung der Luftdichte kann man also dadurch beachten, dass man als Argument für die nachfolgen-

den Unterschied im Auftriebe der Luft, welcher pro gram durch $l\,(s - s')$ ausgedrückt werden kann, wenn s und s' die spec. Volumen in $ml.g^{-1}$ der Hauptgewichte und der Bruchgewichte bezeichnen.

Gewöhnlich sind die Bruchgewichte bei messingenen Gewichten aus Platina, Silber, Neusilber oder Aluminium, bei eisernen aus Messing. Am Schlusse ist eine Tafel für diesen Fällen beigefügt.

*) Vill man den Einfluss des Höhenunterschieds $(h_l - h_w)$ der Lage des Körpers bei Wägen in Luft und bei Wägen in Wasser beachten, hat man entweder zu dem rechten Gliede der Gleichung „Körper im Wasser" das Gliedchen

$$-2\,\frac{h_l - h_w}{R}\,(P - p) = -0{,}3.\,10^{-8}\,(h_l - h_w)\,(P - p)\,,$$

beizufügen, wo $R =$ der Erdradius $= 6{,}37 \,.\, 10^8$ cm ist, oder im Werthe von β (Gleich. 2) die Korrektion

$$+\,0{,}3.\,10^{-8}\,(h_l - h_w)\,\frac{P-p}{p} = +\,0{,}3.\,10^{-8}\,(h_l - h_w)\,(c - 1)$$

anzubringen, wobei $(h_l - h_w)$ in cm ausgedrückt werden soll. Dieser Korrektion kann doch nur in ausserordentlich seltenen Fällen einer Bedeutung beigemessen werden. Bei einem Höhenunterschiede von 20 cm erreicht die letzte Korrektion für einen Platinakörper den Werth $+\,1{,}2.\,10^{-6}$ und für einen Körper aus Messing nur $+\,0{,}4.\,10^{-6}$. Am Schlusse füge ich doch eine kleine Tafel zu.

den, auf Gleichung 1 gegründeten Tafeln das specifische Volum s durch ein virtuelles spec. Volum s' ersetzt, das durch die folgende Gleichung bestimmt wird:

$$s' - s = - s \frac{\triangle l}{l} \cdot \frac{P-p}{p}$$

Eine besondere Tafel giebt uns s'. — Wir werden uns daher nicht mehr mit diesem Falle beschäftigen.

B. Wasserwägungen.

Die Bedeutung der angewandten Symbolen: V das innere Volum (der Inhalt) und V_m das Wandvolum des Gefässes bei der Temperatur der Luft t_l; c und l die specifischen Massen der Wand des Gefässes und der Luft bei der genannten Temperatur; t_w und w die Temperatur und die entsprechende specifische Masse des Wassers; α der kubische Ausdehnungskoefficient des Gefässes; P das rohe Gewicht des mit Wasser gefüllten Gefässes (bemerke was von P unter A gesagt ist); V_P das Volum der Gewichte (P); p das rohe Gewicht der Wasserfüllung (siehe was oben von P bemerkt ist); V_p das Volum der Gewichte p; $s = V_p \cdot p^{-1}$.

Die Gleichgewichtsgleichungen:

Das Gefäss gefüllt *): $c V_m + w V [1 - \alpha(t_l - t_w)] - l (V_m + V) [1 - \alpha(t_l - t_w)] = P - l V_P$

Das Gefäss leer : $c V_m - l V_m = P - p - l(V_P - V_p)$

$$V [w - \alpha w (t_l - t_w) - l + \alpha l (t_l - t_w)] = p (1 - l s) - \alpha (t_l - t_w) V_m l$$

$$V = p \frac{1}{w} \cdot \frac{1 - ls}{[1 - \alpha (t_l - t_w) - lw^{-1}] + \alpha l w^{-1} (t_l - t_w)} - \frac{\alpha (t_l - t_w) V_m l}{w [1 - \alpha (t_l - t_w) - lw^{-1} + \alpha l w^{-1} (t_l - t_w)]} \quad \cdots\cdots\; 1 \text{ bis}$$

Vergleicht man die Gleichung 1 bis mit Gleichung 1, findet man, dass die Erstere ohne merkliche Fehler folgende Form erhalten kann

*) Die Ordnungsreihe der Gleichungen bezeichnet hier nicht die der Wägungen; gewöhnlich wird nämlich erst das leere und dann das gefüllte Gefäss gewogen. —

$$V = p\,(1 + \beta - 1{,}2\,\alpha\,(t_l - t_w)\,.\,10^{-3} - \gamma)$$

wo

$$\gamma = \frac{1}{w} \cdot \frac{\alpha\, l\,(t_l - t_w)}{1 - \alpha\,(t_l - t_w) - l\,w^{-1}} \cdot \frac{V_m}{p}.$$

oder annähernd

$$\gamma = 1{,}2\,\alpha\,\frac{V_m}{V}\,(t_l - t_w)\,.\,10^{-3}$$

Mit Anwendung dieses Werthes für γ gelangt man schliesslich zu

$$V = p\left[1 + \beta - 1{,}2\,10^{-3}\,\alpha\,(t_l - t_w)\left(1 + \frac{V_m}{V}\right)\right] \cdots\cdots \quad 2 \text{ bis.}$$

wo V_m/V auch durch $(P-p)/cp$ ersetzt werden kann.

Im Allgemeinen ist das Wandvolum eines Gefässes nur ein kleiner Bruchtheil seines nützlichen Volums oder Inhalts, besonders bei Metall- und Glasgefässen. So varirt bei gewöhnlichen Raummaassen aus Eisen-oder Stahlblech $V_m\,.\,V^{-1}$ zwischen den Grenzen 0,03 (für die grösseren) und 0,13 (für die kleinsten). Nimmt man in Betracht, dass $(t_l - t_w)$ wohl nie 10^0 erreichen kann*), und dass α bei allen Stoffen, welche für die Fabrikation von Precisionsraummaassen in Frage kommen können, kleiner als 7.10^{-5} ist, finden wir, dass das dritte Glied des Koefficienten für p immer bedeutend kleiner als 2.10^{-6} ausfallen muss und also praktisch ohne Bedeutung ist. Die Tafeln, welche $(1 + \beta)$ geben, genügen also für Wasserwägungen gleichwohl wie für hydrostatische Wägungen; ich habe doch für diejenigen, welche vielleicht in vorkommenden Fällen sich von der geringen Bedeutung des Gliedes überzeugen wollen, eine kleine Tafel für Berechnung desselben beigelegt.

Würde unsere auch hier gemachte Voraussetzung, dass t_l und b während beider Wägungen unverändert geblieben, nicht ausreichend gelten, und bezeichnen wir die neuen Werthe dieser Grössen, während der Wägung „Gefäss leer“ mit t_l' und b' nimmt die entsprechende Gleichgewichtsgleichung folgende Form an:

$$c\,V_m - l'\,V_m' = P - p - l'\,(V_P' - V_p')$$

*) Wenigstens müssen solche Fälle mit Hinsicht auf die Schwierigkeiten einer genauen Bestimmung der Werthe für t_l und t_w vermieden werden.

Subtrahirt man diese von der Gleichung „Gefäss gefüllt“, welche unverändert bleibt, erhält man, wenn man dieselben Vereinfachungen einführt, wie am Schlusse des Abschnittes A, folgende Gleichung:

$$V\,[w - \alpha w\,(t_l\text{-}t_w) - l + \alpha l\,(t_l\text{-}t_w)] = p - l\;V_p + \triangle l\,(V_P - V_p) - \triangle l\;V_m - \alpha\,(t_l\text{-}t_w)\;V_m\;l$$

Bezeichnet man mit s_m das specifische Volum der Wand des Gefässes, kann man dem rechten Gliede folgende Form geben:

$$p\left[\,1 - l\left(s - (s - s_m)\,\frac{\triangle l}{l}\cdot\frac{P-p}{p}\right)\right] - \alpha\,(t_l - t_w)\cdot V_m\,l$$

Wir sehen also, dass man auch hier eine zwischen beiden Wägungen eingetroffene Veränderung der Luftdichte durch Einsetzen eines virtuellen Volums s' statt des wirklichen spec. Volums der Gewicht beachten kann, wobei

$$s' - s = -\,(s - s_m)\,\frac{\triangle l}{l}\cdot\frac{P-p}{p}$$

Verfügt man über Tafeln, welche $(s' - s)$ für hydrostatische Wägungen geben (siehe A), kann man aus diesen auch die entsprechende Korrektion für Wasserwägungen erhalten; doch muss man in diese Tafeln mit dem Argumente $(s - s_m)$ statt s eingehen.

Auch was die Wasserwägungen anbelangt, können wir also fortwährend der einfacheren Voraussetzung $t_l' = t_l$ und $b' = b$ treu bleiben.

C. Entwickelung des Koefficienten $(1 + \beta)$.

Die Gleichung 1 kann durch

$$V = p\,(1 + y)\,[1 + \alpha\,(t_l\text{-}t_w) + lw^{-1} - ls + z]$$

ersetzt werden, wo annähernd

$$z = 1{,}46\,.\,10^{-6}\,(1 - s) + 1{,}2\,.\,10^{-3}\,(2 - s)\,.\,\alpha\,(t_l\text{-}t_w) + \alpha^2\,(t_l\text{-}t_w)^2\,\ldots\ldots$$

oder sehr nahe:

$$z = 1{,}3\,.\,10^{-6} + 2{,}25\,.\,10^{-3}\,\alpha\,(t_l\text{-}t_w)$$

Auch wenn die angewandten Gewichte aus so leichtem Stoff als Aluminium wären, würden die Konstanten des letzten Ausdrucks nur aus 1,3 und 2,25 in resp. 0,9 und 1,9 übergehen.

Der Werth von y kann man mittelst der Tafel über die specifische Masse des Wassers in „Travaux et mémoires" t. 1 des internationalen Bureaus als eine Funktion von t_w erhalten *). Statt $l\,w^{-1}$, das nur wenig von l verschieden ist, wollen wir die Bezeichnung $(l + l\,y)$ einführen; da s im Allgemeinen wenig von 0,12 ml.g^{-1} abweicht, bezeichnen wir ihn durch $(0{,}12 + \sigma)$. Nach Ausführen der bezeichneten Multiplikation, erhält man mit grosser Genauigkeit:

$$V = p \left\{ 1 + y + \alpha\,(t_l\text{-}t_w) + \left[l_{t_w\,760} + \frac{\triangle l}{\triangle t}(t_l\text{-}t_w) + \frac{\triangle l}{\triangle b}(b - 760) \right](0{,}88 - \sigma) + \right.$$

$$\left. + yl + z + y\,\alpha\,(t_l\text{-}t_w) + y\,l\,(0{,}88 - \sigma) \right\} \cdots\cdots 3.$$

wo l im vierten Gliede mit dem Näherungswerth

$$l = l_{t_w\,760} + \frac{\triangle l}{\triangle t}\left(t_l\text{-}t_w\right) + \frac{\triangle l}{\triangle b}(b - 760)$$

ersetzt worden ist. Hier ist

$$\frac{\triangle l}{\triangle t} = -\left[4{,}74 - 0{,}032\,t_w + 0{,}0062\,(b - 760)\right].\,10^{-6}$$

und

$$\frac{\triangle l}{\triangle b} = +\left(1{,}70 - 0{,}0059\,t_w\right).\,10^{-6}$$

Weiter können wir annehmen:

$$z + y\,\alpha\,(t_l\text{-}t_w) = 1{,}3\,.\,10^{-6} + \alpha\,(y + 0{,}00225)\,(t_l\text{-}t_w)$$

und

$$yl + yl\,(0{,}88 - \sigma) = 0{,}0022\,y$$

---

*) Die genannte Tafel kann man durch den folgenden Ausdruck representiren:
$\log w = \bar{9}{,}9996298 - 645{,}62\,(t_w\text{-}15)\,.\,10^{-7} - 26{,}03\,(t_w\text{-}15)^2.\,10^{-7} + 0{,}1683\,(t_w\text{-}15)^3.\,10^{-7}.$

Nach zweckmässiger Gruppirung der Glieder kommen wir so endlich zur folgenden Grundgleichung für die Konstruktion der Tafeln:

$$\frac{V}{p} = \overset{I}{\left\{1 + 1{,}0022\, y + 0{,}88\, l_{t_w\,760} + 1{,}3\,.\,10^{-6}\right\}} + \overset{II}{\alpha\,(t_l\text{-}t_w)} +$$

$$+ \overset{III}{\left\{1{,}50\,(b-760) - \Big(4{,}17 + 0{,}0055\,(b-760)\Big)(t_l\text{-}t_w)\right\}(1 - 1{,}14\,\sigma)\,.\,10^{-6}} -$$

$$\underset{IV}{-\,\sigma\, l_{t_w\,760}} \underset{V}{-\,0{,}0052\, t_w\,(b-760)\,.\,10^{-6}} + \underset{VI}{0{,}028\, t_w\,(t_l\text{-}t_w)\,.\,10^{-6}} +$$

$$+ \overset{VII}{\alpha\,(y + 0{,}00225)\,(t_l\text{-}t_w)} \cdots\cdots\; 4.$$

wozu man noch das Gliedchen aus der Anmerkung zu Seite 7 sowie auch ein Korrektionsglied für die Kompressibilität des Wassers (siehe Tafel IX) beifügen konnte.

Für Wasserwägungen kommt hierzu noch das unbedeutende zehnte Glied

$$-\,1{,}2\,\alpha\,(1 + V_m\,.\,V^{-1})\,(t_l\text{-}t_w)\,.\,10^{-3}$$

In der Gleichung 4 ist die Gruppe I, welche nur von t_w abhängt, das überwiegende Hauptglied, während die übrigen Gruppen als Korrektionsglieder betrachtet werden können.

Jede dieser Gruppen ist mit einer besonderen, durch ihre eigene römische Ordnungsziffer bezeichnete Tafel representirt; die Einheit der Zahlen in allen diesen Tafeln, Tafel I ausgenommen, ist 10^{-6}. Ausserdem ist eine besondere Doppeltafel, welche $(s' - s)$ giebt, beigelegt.

Die Summe der Zahlen, welche man aus den Tafeln I bis IX resp. I bis X erhält, giebt $1 + \beta$, welches, mit p multiplicirt werden muss, um das gesuchte Volum bei der Temperatur t_l zu geben.

Sucht man das Volum bei 0^0, muss man vor der genannten Multiplikation zu $1 + \beta$ das Glied

$$-\left[\alpha t_l + (\beta - \alpha t_l)\,\alpha t_l\right]$$

fügen, welches man durch Entwickelung und Abkürzung von

$$(1 + \beta)\,(1 + \alpha t_l)^{-1} - (1 + \beta)$$

erhällt. Zwei besondere Tafeln geben $-\,\alpha t_l$ und $-\,(\beta - \alpha t_l)\,\alpha t_l$

Die Genauigkeit, welche man bei stereometrischen Wägungen erreichen kann, ist, wie die Tafeln zeigen, wesentlich durch die Genauigkeit des Werthes von t_w bestimmt. Diese Temperatur ist keineswegs gleich der Temperatur eines jeglichen Punktes des Wassers, sondern eigentlich die Mitteltemperatur des weggedrängten bezw. eingeschlossenen Wassers; man muss wohl desshalb annehmen, dass man in günstigsten Fällen kaum hoffen kann den Werth von t_w näher als bis auf $\pm 0,^0 05$ zu finden.

Diese Unsicherkeit im Werthe von t_w verursacht in β eine Unsicherkeit, welche bei Temperaturen zwischen $+10^0$ und $+30^0$ sehr nahe durch $\pm \frac{1}{2} t_w 10^{-6}$ dargestellt werden kann und also für gewöhnliche Raumtemperaturen ungefähr $\pm 10^{-5}$ ist. Hierzu kommt noch die Schwierigkeit α, t_l und f ganz genau zu bestimmen, die Wirkung möglicher Störungen im Temperaturgleichgewicht zwischen dem Körper und der Luft resp. dem Wasser, wie auch diejenige des Luftgehalts des Wassers etc. Es ist also unwahrscheinlich das die physikalischen Störungsursachen den fünften Decimal des $(1 + \beta)$-Werthes unberührt lassen. Bei Wasserwägungen ist noch die Schwierigkeit einer ganz genauen Verwirklichung des Begriffes „Gefäss gefüllt" zu erwähnen.

Es wäre daher unnöthig gewesen in den Tafeln eine grössere mathematische Genauigkeit anzustreben als, dass man den sechsten Decimal durch sie annähernd richtig erhalten würde. Ein anderes Verfaren hätte ohne Nutzen nur die Tafel erweitert und verwickelt.

Tafeln.

Tafel I.

t_w		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D m
+												+
5	1,001	127	128	130	131	133	135	137	139	141	144	2
6		146	149	152	155	158	161	165	168	172	176	3
7		180	184	188	192	197	202	207	212	217	222	5
8		227	233	238	244	250	256	262	269	275	282	6
9		289	296	303	310	317	324	332	340	348	356	7
10		364	372	380	389	397	406	415	424	433	443	9
11		452	462	471	481	491	501	512	522	532	543	10
12		554	565	576	587	598	609	621	633	644	656	11
13		668	680	693	705	717	730	743	756	769	782	13
14		795	808	822	836	849	863	877	891	905	920	14
15		934	949	964	979	994	$\overline{009}$	$\overline{024}$	$\overline{039}$	$\overline{054}$	$\overline{070}$	15
16	1,002	086	102	118	134	150	166	182	199	215	232	16
17		249	266	283	300	317	335	352	370	388	406	17
18		424	442	460	478	497	515	534	553	572	591	19
19		610	629	648	667	687	707	727	746	766	786	20
20		807	827	847	868	889	909	930	951	972	993	21
21	1,003	015	036	058	079	101	122	144	166	188	211	22
22		233	255	278	301	323	346	369	392	415	438	23
23		462	485	509	532	556	580	604	628	652	676	24
24		700	725	749	774	799	823	848	873	898	923	25
25		949	974	$\overline{000}$	$\overline{025}$	$\overline{051}$	$\overline{077}$	$\overline{103}$	$\overline{129}$	$\overline{155}$	$\overline{181}$	26
26	1,004	207	233	260	286	313	339	366	393	420	447	27
27		474	501	529	556	583	611	639	666	694	722	28
28		750	778	806	835	863	892	920	949	978	$\overline{006}$	28
29	1,005	035	064	093	122	152	181	210	240	269	299	29
t_w		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	D m

Die Einheit der Zahlen in den folgenden Tafeln II bis XII ist 10^{-6}.

Tafel II.

Der Stoff des gemess. Körpers.	$t_l - t_w$ / $\alpha \cdot 10^6$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Glas	25	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
Platina	27	27	54	81	108	135	162	189	216	243	270
Eisen	36	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360
Gold	44	44	88	132	176	220	264	308	352	396	440
Kupfer	51	51	102	153	204	255	306	357	408	459	510
Bronz	54	54	108	162	216	270	324	378	432	486	540
Messing	56	56	112	168	224	280	336	392	448	504	560
Silber	57	57	114	171	228	285	342	399	456	513	570
Zinn	60	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
Aluminium . .	69	69	138	207	276	345	414	483	552	621	690
Blei	86	86	172	258	344	430	516	602	688	774	860

1. Die Funktion erhält das Zeichen von $(t_l - t_w)$.

2. Denkt man sich die Funktion durch 10 dividirt, kann man die Tafel selbst als Interpolationstafel für $\triangle\ (t_l - t_w) < 1^0$ anwenden.

3. Die oberste (Argument-) Zeile giebt auch die Korrektionen, die man zu den Zahlen in der entsprechenden Kolumne fügen muss für jedes 10^{-6}, womit der wirkliche α-Werth von dem nächsten in der Tafel abweicht.

Tafel III.

b / $t_l - t_w$	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790	800
− 10	− 52	− 36	− 20	− 5	+ 11	+ 26	+ 42	+ 57	+ 73	+ 88	+104
8	59	44	28	13	+ 2	18	33	49	64	80	95
6	67	52	36	21	− 6	10	25	40	56	71	86
4	75	59	44	29	14	+ 1	17	32	47	62	78
− 2	82	67	52	37	22	− 7	+ 8	23	39	54	69
0	90	75	60	45	30	15	0	15	30	45	60
+ 2	98	83	68	53	38	23	− 8	+ 7	21	36	51
4	105	91	76	61	46	31	17	− 2	13	28	42
6	113	98	84	69	54	40	25	10	+ 4	19	34
8	121	106	92	77	62	48	33	19	− 4	10	25
+ 10	−128	−114	−100	− 85	− 71	− 56	− 42	− 27	− 13	+ 2	+ 16

Wenn die angewandten Gewichte aus einem anderen Metalle als Messing sind, muss man zu der Funktion der Tafel III eine Korrektion fügen, die gleich — 114 (s — 0,12) Procente dieser Funktion ist. Folgende kleine Tafel giebt diese Korrektion an.

s in ml. kg^{-1}:	0	50	100	120	140	200	300	400	500
Korrektion in %:	+ 14	+ 8	+ 2,3	0	— 2,3	— 9	— 21	— 32	— 43

Tafel IV.

Der Stoff der Gewichten	t_w / $s \cdot 10^3$	+ 5	15	25	35
		+	+	+	+
	0	152	147	142	138
Platina . . .	45	95	92	89	86
Gold	50	89	86	83	80
Silber . . .	95	32	31	30	29
	100	25	25	24	23
	105	19	18	18	17
	110	13	12	12	11
Kupfer . . .	115	6	6	6	6
Messing u.	120	0	0	0	0
		—	—	—	—
Nickel . . .	125	6	6	6	6
Stahl u.	130	13	12	12	11
Schmiedeisen	135	19	18	18	17
Gusseisen .	140	25	25	24	23
	145	32	31	30	29
	150	38	37	36	34
	200	102	98	95	92
Aluminium .	300	229	221	213	206
	400	355	343	332	321
	500	482	466	450	435

Tafel V.

t_w / b —	+ 5	15	25	35	t_w / + b
760	0	0	0	0	760
770	0	1	1	2	750
780	1	2	3	4	740
790	1	2	4	5	730
800	1	3	5	7	720
	1	4	6	9	710
	2	5	8	11	700

Das Zeichen der Funktion ist über die b-Kolumne angedeutet.

Tafel VI.

t_w / $t_l - t_w$	+ 5	15	25	35
2	0	1	1	2
4	1	2	3	4
6	1	3	4	6
8	1	3	6	8
10	1	4	7	10

Die Funktion erhält das Zeichen von ($t_l - t_w$).

Tafel VII.

t_w \ $\alpha . 10^6$	20	60	100
5	0,0	0,1	0,2
15	0,1	0,2	0,3
25	0,1	0,3	0,5
35	0,2	0,5	0,8

Die Funktion, immer positiv, muss mit $(t_l - t_w)$ multiplicirt werden.

Tafel VIII.

Die Korrektion für den Höhenunterschied (in cm) der Lagen des Körperschwerpunktes (Seite 7); das Zeichen ist dasjenige von $(h_l - h_w)$.

c \ $h_l - h_w$	10	30	50
20	1	2	3
10	0	1	1
1	0	0	0

Bei Wasserwägungen muss c durch $c\frac{V_m}{V} + 1$ ersetzt werden.

Tafel IX.

Die Korrektion für den Einfluss der Kompressibilität des Wassers, annähernd:

$$-\frac{47 . 10^{-6}}{760}\left(B - 760 + \frac{h_n - h_w}{13{,}6}\right),$$

wo $47 . 10^{-6}$ der Kompressibilitätskoefficient des Wassers für eine Druckänderung von $+$ 760 mm bei $t_w = +\ 15^0$ C. und $(h_n - h_w)$ die Tiefe des Körperschwerpunktes unter der oberen Wasserebene in cm sind.

B \ $h_n - h_w$	0	20	40
700	+ 4	+ 3	+ 2
750	+ 1	0	− 1
800	− 2	− 3	− 4

Tafel X.

Nur für Wasserwägungen.

V_m/V \ $a.10^6$	20	60	100
0	0,0	0,1	0,1
1	0,0	0,1	0,2
2	0,1	0,2	0,4

Die Funktion, immer negativ, muss mit $(t_l - t_w)$ multiplicirt werden;

$$V_m/V = \frac{P - p}{pc}$$

Tafel XI.

Das Zeichen der Funktion ist — .

Der Stoff des gemess. Körpers	Glas	Platina	Eisen	Gold	Kupfer	Bronz	Messing	Silber	Zinn	Alumin.	Blei
$\alpha . 10^6$ / t_l	25	27	36	44	51	54	56	57	60	69	86
+ 10	250	270	360	440	510	540	560	570	600	690	860
11	275	297	396	484	561	594	616	627	660	759	946
12	300	324	432	528	612	648	672	684	720	828	1032
13	325	351	468	572	663	702	728	741	780	897	1118
14	350	378	504	616	714	756	784	798	840	966	1204
15	375	405	540	660	765	810	840	855	900	1035	1290
16	400	432	576	704	816	864	896	912	960	1104	1376
17	425	459	612	748	867	918	952	969	1020	1173	1462
18	450	486	648	792	918	972	1008	1029	1080	1242	1548
19	475	513	684	836	969	1026	1064	1083	1140	1311	1634
20	500	540	720	880	1020	1080	1120	1140	1200	1380	1720
21	525	567	756	924	1071	1134	1176	1197	1260	1449	1806
22	550	594	792	968	1122	1188	1232	1254	1320	1518	1892
23	575	621	828	1012	1173	1242	1288	1311	1380	1587	1978
24	600	648	864	1056	1224	1296	1344	1368	1440	1656	2064
25	625	675	900	1100	1275	1350	1400	1425	1500	1725	2150
26	650	702	936	1144	1326	1404	1456	1482	1560	1794	2236
27	675	729	972	1188	1377	1458	1512	1539	1620	1863	2322
28	700	756	1008	1232	1428	1512	1568	1596	1680	1932	2408
29	725	783	1044	1276	1479	1566	1624	1653	1740	2001	2494
30	750	810	1080	1320	1530	1620	1680	1710	1800	2070	2580

Für $t_l < +10^0$ kann man diese Tafel durch Tafel II ersetzen; Tafel II kann auch als Interpolationstafel für $\triangle t_l < 1^0$ angewendet werden (siehe die Anmerkung 2 unter Tafel II).

Tafel XII.

$\beta . 10^6$ / $\alpha t_l . 10^6$	1000	2000	3000	4000	5000	6000
500	0	− 1	− 1	− 2	− 2	− 3
1000	0	− 1	− 2	− 3	− 4	− 5
2000	+ 2	0	− 2	− 4	− 6	− 8
3000	+ 6	+ 3	0	− 3	− 6	− 9

Tafel

Grundformel: Mittelst der Werthe von $\frac{\triangle l}{\triangle t}$ und $\frac{\triangle l}{\triangle b}$ (siehe Abschnitt

im Nenner $= 1{,}2 \,.\, 10^{-3}$ angenommen wird,

$\frac{\triangle l}{l} = -\,3{,}5 \,.\, 10^{-3}\,(t_l' - t_l) + 1{,}34 \,.\, 10^{-3}\,(b' - b)$ und also (siehe Seite 8 und 10)

Für Wasserwägungen muss s im rechten Gliede der Gleichung durch $s - s_m$

welchen der erste mit $(t_l' - t_l)$ und der zweite mit $(b' - b)$ multiplicirt werden

$$+\,3{,}5\,s\left(\frac{P}{p} - 1\right)$$

$\frac{P}{p}$ \ $s \,.\, 10^3$	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	200	300	400
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,18	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,49	0,53	0,70	1,05	1,40
3	0.35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70	0,77	0,84	0,91	0,98	1,05	1,40	2,10	2,80
4	0,53	0,63	0,74	0,84	0,95	1,05	1,16	1,26	1,37	1,47	1,58	2,10	3,15	4,20
5	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26	1,40	1,54	1,68	1,82	1,96	2,10	2,80	4,20	5,60
6	0,88	1,05	1,23	1,40	1,58	1,75	1,93	2,10	2,28	2,45	2,63	3,50	5,25	7,00
7	1,05	1,26	1,47	1,68	1,89	2,10	2,31	2,52	2,73	2,94	3,15	4,20	6,30	8,40
8	1,23	1,47	1,72	1,96	2,21	2,45	2,70	2,94	3,19	3,43	3,68	4,90	7,35	9,80
9	1,40	1,68	1,96	2,24	2,52	2,80	3,08	3,36	3,64	3,92	4,20	5,60	8,40	11,2
10	1,58	1,89	2,21	2,52	2,84	3,15	3,47	3,78	4,10	4,41	4,73	6,30	9,45	12,6
11	1,75	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50	3,85	4,20	4,55	4,90	5,25	7,00	10,5	14,0
12	1,93	2,31	2,70	3,08	3,47	3,85	4,24	4,62	5,01	5,39	5,78	7,70	11,6	15,4
13	2,10	2,52	2,94	3,36	3,78	4,20	4,62	5,04	5,46	5,88	6,30	8,40	12,6	16,8
14	2,28	2,73	3,19	3,64	4,10	4,55	5,01	5,46	5,92	6,37	6,83	9,10	13,7	18,2
15	2,45	2,94	3,43	3,92	4,41	4,90	5,39	5,88	6,37	6,86	7,35	9,80	14,7	19,6
16	2,63	3,15	3,68	4,20	4,73	5,25	5,78	6,30	6,83	7,35	7,88	10,5	15,8	21,0
17	2,80	3,36	3,92	4,48	5,04	5,60	6,16	6,72	7,28	7,84	8,40	11,2	16,8	22,4
18	2,98	3,57	4,17	4,76	5,36	5,95	6,55	7,14	7,74	8,33	8,93	11,9	17,9	23,8
19	3,15	3,78	4,41	5,04	5,67	6,30	6,93	7,56	8,19	8,82	9,45	12,6	18,9	25,2
20	3,33	3,99	4,66	5,32	5,99	6,65	7,32	7,98	8,65	9,31	9,98	13,3	20,0	26,6
21	3,50	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	7,70	8,40	9,10	9,80	10,5	14,0	21,0	28,0
22	3,68	4,41	5,15	5,88	6,62	7,35	8,09	8,82	9,56	10,3	11,0	14,7	22,1	29,4

Mit $(t_l' - t_l)$ zu multipliciren.

XIII.

C), wo $t_w = +15^0$ und $b = 750$ mm gesetzt werden, erhält man, wenn l

$$s' - s = +3{,}5 \cdot 10^{-3}\, s\left(\frac{P}{p} - 1\right)(t'_l - t_l) - 1{,}34 \cdot 10^{-3}\, s\left(\frac{P}{p} - 1\right)(b' - b)$$

ersetzt werden. Die Tafel giebt die zwei Koefficienten der Gleichung, von müssen um zusammengenommen $(s' - s)$ in ml.kg^{-1} zu geben.

$$-1{,}34\, s\left(\frac{P}{p} - 1\right)$$

P/p \ $s \cdot 10^3$	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	200	300	400
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,07	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,27	0,40	0,54
3	0,13	0,16	0,19	0,21	0,24	0,27	0,29	0,32	0,35	0,38	0,40	0,54	0,80	1,07
4	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,80	1,21	1,61
5	0,27	0,32	0,38	0,43	0,48	0,54	0,59	0,64	0,70	0,75	0,80	1,07	1,61	2,14
6	0,34	0,40	0,47	0,54	0,60	0,67	0,74	0,80	0,87	0,94	1,01	1,34	2,01	2,68
7	0,40	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80	0,88	0,96	1,05	1,13	1,21	1,61	2,41	3,22
8	0,47	0,56	0,66	0,75	0,84	0,94	1,03	1,13	1,22	1,31	1,41	1,88	2,81	3,75
9	0,54	0,64	0,75	0,86	0,96	1,07	1,18	1,29	1,39	1,50	1,61	2,14	3,22	4,29
10	0,60	0,72	0,84	0,96	1,09	1,21	1,33	1,45	1,57	1,69	1,81	2,41	3,62	4,82
11	0,67	0,80	0,94	1,07	1,21	1,34	1,47	1,61	1,74	1,88	2,01	2,68	4,02	5,36
12	0,74	0,88	1,03	1,18	1,33	1,47	1,62	1,77	1,92	2,06	2,21	2,95	4,42	5,90
13	0,80	0,96	1,13	1,29	1,45	1,61	1,77	1,93	2,09	2,25	2,41	3,22	4,82	6,43
14	0,87	1,05	1,22	1,39	1,57	1,74	1,92	2,09	2,26	2,44	2,61	3,48	5,23	6,97
15	0,94	1,13	1,31	1,50	1,69	1,88	2,06	2,25	2,44	2,63	2,81	3,75	5,63	7,50
16	1,01	1,21	1,41	1,61	1,81	2,01	2,21	2,41	2,61	2,81	3,02	4,02	6,03	8,04
17	1,07	1,29	1,50	1,72	1,93	2,14	2,36	2,57	2,79	3,00	3,22	4,29	6,43	8,58
18	1.14	1,37	1,59	1,82	2,05	2,28	2,51	2,73	2,96	3,19	3,42	4,56	6,83	9,11
19	1,21	1,45	1,69	1,93	2,17	2,41	2,65	2,89	3,14	3,38	3,62	4,82	7,24	9,65
20	1,27	1,53	1,78	2,04	2,29	2,55	2,80	3,06	3,31	3,56	3,82	5,09	7,64	10,2
21	1,34	1,61	1,88	2,14	2,41	2,68	2,95	3,22	3,48	3,75	4,02	5,36	8,04	10,7
22	1,41	1,69	1,97	2,25	2,53	2,81	3,10	3,38	3,66	3,94	4,22	5,63	8,44	11,3

Mit $(b' - b)$ zu multipliciren.

Beispiele über die Anwendung der Tafeln.

Beispiel 1. Hydrostatische Wägung: Mit messingenen Gewichten (s bei $+25^0$ $C.=124,56$ ml.kg^{-1}) wurde das Gewicht eines Platinacylinders in Luft von $t_l=+25^0,0$ $C.$ und $b=755$ mm bestimmt und gleich 1000,5306 gram gefunden; später bei $t_l'=+20^0,7$ $C.$ und $b'=775$ mm ist das Gewicht desselben Cylinders in Wasser von $t_w=+16^0,4$ $C.$ nur gleich 953,8964 g bestimmt worden. Gesucht wird das Volum des Platinacylinders.

a) Durch genaue Berechnung erhält man, da $l=1,17659\,.\,10^{-3}$ $l'=1,22548\,.\,10^{-3}$ und $w=0,9989284$ sind *),

$$1+\beta_{25}=\underline{1,002463} \text{ und}$$
$$V_{25}=46,7491 \text{ ml}$$

b) Mittelst der Tafeln findet man:

Aus der Doppeltafel XIII : $s'=s-8,9\,.\,4,3-3,4\,.\,20=+19$ ml.kg^{-1}

Aus Taf.	I :	1,002150
„ „	II :	+ 232
„ „	III :	− 43 − 5
„ „	IV :	+ 124
„ „	V :	0
„ „	VI :	+ 4
„ „	VII :	+ 1
	$1+\beta_{25}=$	1,002463 und $V_{25}=46,7491$ ml
Aus Taf.	XI :	− 675
„ „	XII :	− 1
	$1+\beta_0=$	1,001787

*) Diese Werthe sind aus den entsprechenden Tafeln des internationalen Bureaus bestimmt; sie können auch mittelst der Formeln

$l=\lambda\frac{b}{T}$, wo $\log\lambda=0,6661370-4$ und $T=272,48+t_l$ ist, und

$\log w=\bar{9},9996298-645,62\,(t-15)\,.\,10^{-7}-26,03\,(t-15)^2\,.\,10^{-7}+0,1988\,(t-15)^3\,10^{-7}$ berechnet werden.

Beispiel 2. Wasserwägung. Mit eisernen Gewichten (s bei $+17^0{,}5$ $C. = 139{,}75$ ml.kg^{-1}) hat man das Gewicht eines Gefässes aus Aluminium (Wandvolum bei $+17^0{,}5$ $C. = 406$ ml und also $s_m = 378$ ml.kg^{-1}) in Luft von $t_l' = +23^0{,}1$ $C.$ und $b' = 761$ mm gleich $1{,}076105$ kg gefunden; später, bei $t_l = +17^0{,}5$ und $b = 772$ mm, wiegt dasselbe Gefäss, gefüllt mit destillirtem Wasser von $t_w = +14^0{,}2$ $C.$, $11{,}074680$ kg. Gesucht wird der Inhalt des Gefässes.

a) Durch genaue Berechnung erhält man, da $l' = 1{,}19357 \,.\, 10^{-3}$, $l = 1{,}23420 \,.\, 10^{-3}$ und $w = 0{,}9992633$ sind,

$$1 + \beta_{17,5} = 1{,}002031 \text{ und}$$
$$V_{17,5} = 10{,}01888 \; l$$

b) Mittelst der Tafeln findet man:

Aus der Doppeltaf. XIII: $s' = s - 0{,}09 \,.\, 5{,}6 - 0{,}035 \,.\, 11 = 138{,}87$ ml.kg^{-1}

Aus	Taf.	I :	1,001822
,,	,,	II :	+ 228
,,	,,	III :	+ 4
,,	,,	IV :	− 24
,,	,,	V :	− 1
,,	,,	VI :	+ 1
,,	,,	VII :	+ 1
,,	,,	X :	0

$1 + \beta_{17,5} = 1{,}002031$ und $V_{17,5} = 10{,}01888 \; l$

Hilfstafeln.

Tafel XIV

für Reduction von Quecksilberbarometerständen auf 0° C.

(Messingene Scala von Normaltemp. 0° C).

t \ B	700	720	740	760	780	800
	—	—	—	—	—	—
5	0,57	0,59	0,60	0,62	0,64	0,65
6	0,69	0,71	0,72	0,74	0,76	0,78
7	0,80	0,82	0,85	0,87	0,89	0,91
8	0,91	0,94	0,97	0,99	1,02	1,04
9	1.03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18
10	1,14	1,17	1,21	1,24	1,27	1,31
11	1,26	1,29	1,33	1,36	1,40	1,44
12	1,37	1,41	1,45	1,49	1,53	1,57
13	1,48	1,53	1,57	1,61	1,65	1,69
14	1,60	1,64	1,69	1,73	1,78	1,82
15	1,71	1,76	1,81	1,86	1,91	1,95
16	1,82	1,88	1,93	1,98	2,03	2,08
17	1,94	1,99	2,05	2,10	2,16	2,21
18	2,05	2,11	2,17	2,23	2,29	2,35
19	2,17	2,23	2,29	2,35	2,41	2,47
20	2,28	2,34	2,41	2,47	2,54	2,61
21	2,39	2,46	2,53	2,60	2,67	2,73
22	2,51	2,58	2,65	2,72	2,79	2,86
23	2,62	2,69	2,77	2,84	2,92	2,99
24	2,73	2,81	2,89	2,97	3,05	3,12
25	2,85	2,93	3,01	3,09	3,17	3,25
26	2,96	3,04	3,13	3,21	3,30	3,38
27	3,07	3,16	3,25	3,34	3,42	3,51
28	3,19	3,28	3,37	3,46	3,55	3,64
29	3,30	3,39	3,49	3,58	3,68	3,77
30	3.41	3,51	3,61	3,71	3,80	3,90

Diese Tafel ist aus den „Tables météorologiques internationales, Paris 1890" genommen.

Tafel XV

für Reduction von Quecksilberbarometerständen auf normale Schwere.

a) Die Korrektion für Latitude $(\varphi) =$
$= -0{,}00259 \cos 2\varphi \,.\, B$

Das Zeichen der Korrektion ist über den φ-Kolumnen angegeben.

φ \ B	2,59 cos 2φ	700	720	740	760	780	800	B / φ
—								+
0°	2,590	1,81	1,86	1,92	1,97	2,02	2,07	90°
10	2,434	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	1,95	80
15	2,243	1,57	1,61	1,66	1,70	1,75	1,79	75
20	1,984	1,39	1,43	1,47	1,51	1,55	1,59	70
22	1,863	1,30	1,34	1,38	1,42	1,45	1,49	68
24	1,733	1,21	1,25	1,28	1.32	1,35	1,39	66
26	1,595	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,28	64
28	1,448	1,01	1,04	1,07	1,10	1,13	1,16	62
30	1,295	0,91	0,93	0,96	0,98	1,01	1,04	60
32	1,135	0,79	0,82	0,84	0,86	0,89	0,91	58
34	0,970	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	56
36	0,800	0,56	0,58	0,59	0,61	0,62	0,64	54
38	0,627	0,44	0,45	0,46	0,48	0,49	0,50	52
40	0,450	0,31	0,32	0,33	0,34	0.35	0,36	50
42	0,271	0,19	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	48
44	0,090	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	46
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45

b) Die Korrektion für Altitude (h) kann bis zu 1000 m genau genug mit

$$-0{,}015\,h$$

representirt werden, wenn h in hektometer ausgedrückt ist.

Tafel XVI

für Reduction von Quecksilberbarometerständen auf normales Quecksilber (Dichtigkeit bei 0° C 13,59593)

Die Korrektion $= + \frac{q - 13{,}59593}{13{,}59593} B$

q \ B	700	750	800
	—	—	—
13,594	0,10	0,11	0,11
13,595	0,05	0,05	0,05
13,596	0,00	0,00	0,00
	+	+	+
13,597	0,06	0,06	0,06
13,598	0,11	0,11	0,12
13,599	0,16	0,17	0,18

Anm. Die Einheit in den Tafeln **XIV** bis **XVII** ist mm . —

Tafel XVII,

giebt 0,3779 f als Funktion der Temperatur (t_l) und des relativen Feuchtigkeitsgehalts (e) der Luft

t_l \ e	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10 %
+										
5	2,46	2,21	1,97	1,72	1,48	1,23	0,98	0,74	0,49	0,25
6	2,63	2,37	2,11	1,84	1,58	1,32	1,05	0,79	0,53	0,26
7	2,82	2,54	2,26	1,97	1,69	1,41	1,13	0,85	0,56	0,28
8	3,02	2,72	2,42	2,11	1,81	1,51	1,21	0,91	0,60	0,30
9	3,23	2,91	2,58	2,26	1,94	1,62	1,29	0,97	0,65	0,32
10	3,45	3,11	2,76	2,42	2,07	1,73	1,38	1,04	0,69	0,35
11	3,69	3,32	2,95	2,58	2,21	1,85	1,48	1,11	0,74	0,37
12	3,94	3,55	3,15	2,76	2,37	1,97	1,58	1,18	0,79	0,39
13	4,21	3,79	3,37	2,95	2,53	2,10	1,68	1,26	0,84	0,42
14	4,49	4,04	3,59	3,14	2,69	2,25	1,80	1,35	0,90	0,45
15	4,79	4,31	3,83	3,35	2,87	2,39	1,92	1,44	0,96	0,48
16	5,11	4,59	4,08	3,57	3,06	2,55	2,04	1,53	1,02	0,51
17	5,44	4,90	4,35	3,81	3,26	2,72	2,18	1,63	1,09	0,54
18	5,79	5,21	4,63	4,06	3,48	2,90	2,32	1,74	1,16	0,58
19	6,17	5,55	4,93	4,32	3,70	3,08	2,47	1,85	1,23	0,62
20	6,56	5,91	5,25	4,59	3,94	3,28	2,62	1,97	1,31	0,66
21	6,98	6,28	5,58	4,88	4,19	3,49	2,79	2,09	1,40	0,70
22	7,42	6,68	5,93	5,19	4,45	3,71	2,97	2,23	1,48	0,74
23	7,88	7,09	6,31	5,52	4,73	3,94	3,15	2,36	1,58	0,79
24	8,37	7,53	6,70	5,86	5,02	4,19	3,35	2,51	1,67	0,84
25	8,89	8,00	7,11	6,22	5,33	4,44	3,55	2,67	1,78	0,89
26	9,43	8,49	7,54	6,60	5,66	4,72	3,77	2,83	1,89	0,94
27	10,00	9,00	8,00	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00
28	10,61	9,55	8,48	7,42	6,36	5,30	4,24	3,18	2,12	1,06
29	11,24	10,12	8,99	7,87	6,74	5,62	4,50	3,37	2,25	1,12
30	11,91	10,72	9,53	8,34	7,14	5,95	4,76	3,57	2,38	1,19

$b = B - 0{,}3779\, f.$

Tafel XVIII

für Reduction von kleinen Bruchgewichten auf das Metall der Hauptmasse der angewandten Gewichte (Seite 6).

Masse der Bruchgewichte.	Platina auf Messing.	Silber auf Messing.	Alumin. auf Messing.	Messing auf Eisen.
mg	mg +	mg +	mg —	mg +
1000	0,088	0,030	0,31	0,026
900	0,079	0,027	0,28	0,024
800	0,071	0,024	0,25	0,021
700	0,062	0,021	0,22	0,018
600	0,053	0,018	0,19	0,016
500	0,044	0,015	0,16	0,013
400	0,035	0,012	0,12	0,011
300	0,026	0,009	0,09	0,008
200	0,018	0,006	0,06	0,005
100	0,009	0,003	0,03	0,003

Für Neusilber auf Messing ist diese Korrektion 0.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.
TOM. XIX. № 17.

MINNESTAL

ÖFVER

VERKLIGE STATSRÅDET FRIHERRE

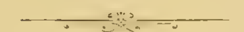
KNUT FELIX VON WILLEBRAND.

Hållet

på Finska Vetenskaps-Societetens års- och högtidsdag den 29 april 1893.

Af

E. A. HOMÉN.



Högtärade församling!

Vetenskaps-Societeten har uppdragit åt mig att på denna dess årsdag i korta drag söka i minnet återkalla de yttre konturerna af dess under året aflidne ledamots, Friherre Knut Felix v. Willebrands lif och verksamhet. Utan närmare personlig kännedom af den tid och de tidsförhållanden under hvilka Friherre v. Willebrand lefde och verkade, är det svårt att lemna en full bild af en man med så omfattande verksamhet och så mångsidiga intressen. — Med Willebrands nobelt anlagda natur, känsliga sinne och begåfning var det naturligt att han ännu mera än andra måste röna inflytande af, samt till sitt uppfattnings- och åskådningssätt påverkas af den omgifning och de förhållanden i hvilka han växte upp samt senare i lifvet af de olika tidsströmningar som då för tiden gjorde sig gällande. Specielt på läkekonstens område bröto sig vid den tidpunkt då Willebrands verksamhet började, de olika medicinska skolorna och theorierna, det gamla och det nya, kanske skarpare än någonsin mot hvarandra, hvarför det vid bedömandet af Willebrands person och verksamhet särskildt är nödvändigt att taga tillbörlig hänsyn härtill.

Willebrand härstammade från en gammal Mecklenburgsk familj, som på 1600-talet flyttade in till Sverige, hvarest Ernst Fredrik Willebrand blef adlad 1676; hans son, Ernst Gustaf, som var i svensk krigstjenst, kom öfver till Finland och blef kommendant samt regementschef i Willmanstrand, och är stamfader för den finska grenen af den Willebrandska slägten. Han var gift med Maria Eleonora Creutz, dotter till landshöfdingen i Nylands län, Friherre Lorentz Creutz och hans maka Hedvig Eleonora Stenbock.

Aflidne Friherre v. Willebrands föräldrar voro majoren Erik Johan v. Willebrand och Kristina Charlotta Henrietta Ivendorff, hvilka innehade Eriksberg i Uskela socken, hvarest han föddes, som den 17:de bland aderton syskon d. 11 juni 1814. Willebrands barndom förflöt särdeles lyckligt och gladt, samlifvet inom den talrika familjekretsen skall nemligen varit det allra bästa; som

den näst yngsta bland många syskon utvecklades naturligen hos den unge Knut Felix en viss mjukhet och böjlighet i lynnet, jemte det egoism och sjelfviskhet bortslipades. Särskildt skall hans mor, majorskan v. Willebrand, ett intelligent fruntimmer, som jemte gamla tidens fina takt förenade ett husmoderligt sinne, utöfvat ett stort inflytande på honom; dock var hon, såsom värdinna för ett stort och gästfritt hus alltför mycket upptagen af andra värf, hvarför i enlighet med den tidens sed de yngre syskonens uppfostran öfvervakades af de äldre; denna uppgift beträffande uppsigten öfver den näst yngste sonen föll då på hans 12 år äldre syster Minette, sedermera gift med protokollsekreteraren Wallenstjerna, som ännu trots sina 90 år är vid relativt goda kropps- och själskrafter. Att denna qvinliga omvårdnad måste varit af betydelse för Willebrands vidare utveckling bevisas bäst af den tacksamma piété som Willebrand sedan hela lifvet igenom bevarade för denna sin äldre syster. Det var äfven fru Wallenstjerna som Willebrand på hennes 90:de födelsedag, några månader innan han dog, egnade sin sista sång här i lifvet, sålunda genom tonernas makt tolkande hjertats renaste känslor.

Efter genomgången skolkurs vid Åbo kathedralskola, hvarvid han under terminerna bodde i sin farbroders presidenten Adolf Fredrik v. Willebrands aristokratiska hus, blef han student vid 17 års ålder i december 1831. På grund af sitt sympathiska väsen och glada, lifliga lynne var Willebrand gerna sedd och eftersökt i alla kretsar, der han alltid utgjorde det lifgifvande elementet såväl genom sin spirituella natur som genom sin glada sång; han deltog äfven i det ystra studentlifvet; härunder grundlade väl Willebrand delvis den menniskokännedom, som sedermera kom honom till gagn vid hans praktiska läkareverksamhet.

Brytande med familjetraditionerna, såväl hans förfäder som bröder hade nemligen alla varit krigare, valde Willebrand läkarekallet, för hvilket hans intresse delvis torde blifvit väckt genom hans svåger dåvarande prosektorn sedermera anatomie professorn Evert Julius Bonsdorff. Willebrand blef filosofie kandidat d. 28 april 1836 samt promoverad filosofie magister d. 21 Juni samma år, med. kand. d. 25 april 1839, och med. lic. d. 1 juni 1840 samt försvarade d. 20 juni samma år 1840 sin för medicine och kirurgie Doktors grad utgifna disputation: „Om indikationerna till amputation“, i hvilken han efter en kort historik börjande med Hippocrates genomgår de viktigaste allmänna och lokala sjukdomsförhållanden hvarpå enligt den tidens åsigt läkarens dom om amputationens nödvändighet beror.

Vid den stora till åminnelse af Finska Universitetets stiftelse för tvåhundrade år sedan, den 17 och 18 Juli 1840 anstälda promotionen, hvarvid äfven

såväl medicine som theologie och jurisdoktors promotion egde rum, blef Willebrand promoverad till medicine och kirurgie doktor jemte 27 andra yrkesbröder.

Två år tidigare hade hans far dött, hans mor dog redan 1833, och upplöstes då det gamla familjehemmet. Att det materiella arfvet i en så stor familj för de enskilda familjemedlemmarne ej kunde blifva nämnvärdt är naturligt, men deremot erhöll Willebrand en annan arfvedel af mera bestående värde: det glada och gästfria barndomshemmets inflytande måste väl till stor del tillskrifvas det synnerligen goda och jemna lynne Willebrand hade och äfven bevarade lifvet igenom, och som var honom till stort bistånd då det sedermera under hans verksamhet gällde att på allvar kämpa mot sjukdom och lidande samt vid de stundom oundvikliga konflikter ett svårt chefskap medför; dels medärfd dels vidare utvecklad i det intelligenta hemmet var väl äfven en annan ledfackla, egnad att, efter dagens ofta nog prosaiska bestyr och små förtretligheter, uppehålla sambandet med lifvets ideellare intressen, som Willebrand medförde från unga år, nemligen hans sinne för skön konst, specielt tonkonsten; hvad kan väl bättre än tonernas harmoni återställa den stundom rubbade jemnvigten i menniskosjälen.

Efter slutförda universitets-studier trädde Willebrand omedelbart i praktisk verksamhet, som dock till en början var af mindre betydande dimensioner; han blef samma år 1840 utnämnd till underläkare vid finska sjöekipaget, samt två år senare till öfverläkare, i hvilken befattning han qvarstod till 1850; det var härunder han hösten 1845 företog en resa till Krim för att studera den derstädes endemiska frossan.

Men Willebrand blef ej heller högskolan otrogen, härtill mycket uppmuntrad af sin nära vän och själsfrände Castrén, som tidigare äfven varit hans privatlärare i föräldrahemmet. 1843 utgaf Willebrand en afhandling: „De tabe mesenterica"; i detta arbete förfäktar han, på grund af fall som af honom observerats å Finska Sjöekipagets lasarett, åsigten att nämnda sjukdom äfven kan förekomma hos fullvuxna, samt lemnar sedan i hufvudsaklig öfverensstämmelse med tidigare författares beskrifning af tabes mesenterica hos barn, en utförlig redogörelse för sjukdomens symptomatologi, anatomiska förändringar, förlopp och behandling hos fullvuxna, hvarvid han anser degenerationen i mesenterialkörtlarna vara kausalmomentet; förhållandet till tuberkulosen beröres ej. Härpå utnämndes han till adjunkt i medicin.

Nu var tidpunkten inne för Willebrand att på nära håll taga kännedom om de nya ideer och läror som i vetenskapens centralhärdar med sådan kraft bröto sig fram mot de gamla naturfilosofiska och delvis rått empiriska doktrinerna, och som voro egnade att åstadkomma en omhvälfning i hela det medi-

cinska åskådnings- och uppfattningssättet samt i sammanhang dermed äfven mer eller mindre i sjelfva behandlingssättet af resp. sjukdomar, hvarför det är nödigt att i detta sammanhang kasta en flyktig blick på desamma.

Det var från Frankrike, redan i början af seklet, som den nya rörelsen till först utgick. Närmaste impulsen dertill gaf den geniale Bichat's epokgörande anatomiska undersökningar, hvarvid han äfven något berörde de sjukliga förändringarna i organen, samt derjemte ock utsträckte sina studier delvis på fysiologins område. På grundvalen af dessa Bichat's glänsande forskningar var det sedan som den moderna franska pathologisk-anatomiska riktningen uppstod, hvilken, med Laënnec, auscultationens upptäckare, i spetsen, ej mera åtnöjde sig att på basen af förutfattade obevisade doktriner uppkonstruera, med fantasins tillhjelp, de olika sjukdomsbilderna och typerna, utan genom en noggrann och kritisk observation sökte att sammanknippa de vid sjukbädden delvis genom nya metoder iakttagna symptomen med de efter döden funna sjukliga förändringarna i de enskilda organen, samt att sålunda ställa hela sjukdomsläran på en rationellare basis. Den synligaste frukten af dessa forskningar var en närmare kännedom specielt af lungsjukdomarna och deras diagnostik, hvilken sistnämnda i sina hufvuddrag ännu är gällande. Det var ur denna skola och dess olika sidoförgreningar, som 1840 och 1850 talets förnämsta Pariser-kliniker utgingo.

I Wien gjorde sig den strängt pathologisk-anatomiska riktningen något senare gällande på grundvalen af Rokitanskys på 1840-talet gjorda betydelsefulla arbeten, hvilka i grundlighet och skärpa öfverträffade de franska pathologisk-anatomernas. I ett bref från Paris våren 1849 (publ. i Notisblad för Läkare och Pharmaceuter 1849 s. 90) yttrar sig ock Willebrand härom på följande sätt: „Cruveilhier har äfven hållit en serie föreläsningar, hvilka dock i jemförelse med Rokitansky's synas mig vara mycken snömos“.

I Wien visade sig delvis en ännu större ytterlighet i det en viss skola med Skoda i spetsen slutligen gick så långt att den knappt erkände något annat vara af betydelse inom medicinens område än hvad man genom sina physikaliska undersökningsmetoder vid sjukbädden kunde utröna samt sedan med sitt synsinne, någongång skärpt med den tidens ofullkomliga mikroskop, vid sektionsbordet kunde iakttaga. Att denna ensidighet måste hafva en fullkomlig nihilism, hvad behandlingen angår, till följd är naturligt. Rättvisligen måste dock framhållas, att vid den tiden äfven funnos framstående kliniker, t. ex. Oppolzer, som, ehuru anslutande sig till de nya lärorna, dock ingalunda gingo så långt att de i sin andliga högfärd ofta nog kritiklöst kastade all den förgångna tidens erfarenhet öfverbord.

Om denne kliniker yttras i ett resebref från Wien af sign. A. C. (publiceradt i Notisblad för Läkare och Pharmaceuter 1852 N:o 4 s. 56): „sällan finner man hos en klinisk lärare så mycken, med förstånd samlad erfarenhet, parad med en så kolossal beläsenhet, som hos professor Oppolzer, och sällan ett så intressant urval af sjuka, som på hans klinik“.

I olika delar af Tyskland finner man äfven vid den tiden de nya lärorna, om ock vanligen något modifierade, slå rot. Bland de främsta kämparne på 1840-talet är att nämna Wunderlich, som 1841, då ung docent i Tübingen, sedermera professor i Leipzig, jemte Roser grundlade den betydelsefulla tidskriften: Archiv für physiologische Heilkunde. Till en början ganska nära anhängare af den stränga ultra-skeptiska Wienerskolan, dock stående mera på physiologisk basis, måste dock hans ärligt sanningssökande, nyktert observerande ande, i den mon hans erfarenhet tillväxte och blick skärptes, småningom alltmera frigöra sig från denna skola, så t. ex. började han efter hand att erkänna äfven åt empirin en viss betydelse inom medicinen, specielt på behandlingens område, dock underkastande densamma en rationell kritik. Betecknande för åskådningssättet i detta afseende bland anhängarne af den af Wunderlich representerade physiologiska riktningen är t. ex. dansken Fenger's yttrande: I den mon läkarns vetande tillväxer minskas hans lust att handla.

Ett annat betydande inflytande som Wunderlich utöfvade på det medicinska åskådnings- och derpå grundade behandlingssättet må här framhållas; delvis i opposition mot det ensidiga uppfattningssättet i Wienerskolan, som vid sjukdomens behandling vanligen blott afsåg den på grund af den hufvudsakligen fysikaliska undersökningen antagna anatomiska färändringen i något visst organ, och ofta aldeles lemnade det hela ur sigte, framhöll Wunderlich just den stora betydelsen af att taga hänsyn till organismen i sin helhet och de olika individuella förhållanden (mer eller mindre oberoende af den lokala anatomiska processen), som härvid böra beaktas, sökte med andra ord att till sin fulla rätt få fram hvad man kallar konsten att individualisera. — I enlighet med sina allmänna vyer fäste han äfven stor vigt vid noggranna temperaturbestämningar vid febersjukdomar, specielt tyfus.

Delvis i anslutning till denna mera physiologiska riktning inom medicinen, samt kanske i någon mon äfven under påverkan af de stora framstegen och upptäckterna på naturvetenskapernas, närmast fysikens och kemins samt isynnerhet å nerv- och muskelfysiologins område, men dock hufvudsakligen som ett slags motvigt mot den tröstlösa nihilismen i den dominerande Wienerskolan, var det väl som man på en del håll vid den tiden med nyvaknadt intresse började omfatta d. s. k. naturliga läkemedlen: närmast balneotherapin, något senare

äfven den egentliga vattenläkekonsten, hydrotherapin samt närmast på grunden af Duchenne's remarkabla undersökningar om elektricitetens användning i medicinens tjenst äfven elektrotherapin; intresset för gymnastiken hade äfven småningom något börjat tränga sig fram bland läkarena. I visst samband med gymnastiken och mycket befordrad af den physiologiska riktningen inom medicinen (närmast representerad af det Wunderlich'ska arkivet), står prophylaxis, eller konsten att förebygga sjukdomar, hvilken åter i sin mon verksamt bidragit till den vid den tiden begynnande utvecklingen af hygien.

Det anförda torde i sina allmännaste drag angifva situationen, ungefär sådan den var i de medicinska centra derute vid den tidpunkt under hvilken Willebrands utländska resor inträffade.

Sin första större studieresa företog Willebrand åren 1843—1844, hvarvid han hufvudsakligen uppehöll sig i Paris och Wien samt olika delar af Tyskland, och på genomresan äfven något vistades i Sverige och Danmark; åren 1847—1849, samt senare 1853, vistades Willebrand delvis på dessa samma orter, men besökte derjemte äfven Italiens och Englands kliniker. — Det måste erkännas att Willebrand hemtade sina insigter ur de bästa källor, vid sjelfva centralhärdarna kom han i personlig beröring med tidens stormän på medicinens olika områden och knöt äfven vänskapsband med en del af dem, såsom framgår af hans senare korrespondens med t. ex. den store franske fysiologen Claude Bernard, hvars mäktiga personlighet tyckes gjort ett djupt intryck på Willebrand. Sin specialbranche, de invärtes sjukdomarna och deras diagnostik, studerade Willebrand i Paris hufvudsakligen på det stora sjukhuset Hôtel-Dieu, hvars chef var Frankrikes dåvarande störste kliniker Trousseau, som jemte det han stod på höjden af den tidens moderna läkarebildning, dock äfven tillgodogjort sig mycket af hvad de gamla läkarne, hans föregångare, skattade högt. Så t. ex. är bekant att han fäste en viss vigt vid d. s. k. läkareblicken, som nu för tiden, möjligen för mycket fått träda tillbaka, och som bestod i att redan af det allmänna intrycket af den sjuka, på grund af hans ansigtsuttryck, blick, min, gester, sätt att tala, respirera m. m. draga vissa slutsatser angående sjukdomens natur och väsen. Såsom karakteriserande för Trousseaus ståndpunkt må anföras huru han i sitt inledningstal till sina kliniska föreläsningar, lade sina åhörare, de blifvande läkarne på hjertat att ingalunda för mycket lita på sig sjelfva och sin konst, utan mera hafva förtroende till naturens läkande förmåga.

Äfven synes Willebrand i Paris hafva tagit kännedom om de anatomiska museerna derstädes, såsom ock framgår af ett bref till hans svåger professor

Bonsdorff (dat. Paris den 27 Febr. 1849 samt i utdrag publiceradt i Notisblad för Läkare och Pharmaceuter 1849 s. 74).

Sina kliniska studier fortsatte Willebrand särskildt hos den redan tidigare omnämnda Oppolzer i Wien samt äfven hos Dietl, hvilken specielt är känd genom sin starka opposition mot de omåttliga bloduttömningarna särskildt vid lunginflammation, hvarjemte han hos den strängt skeptiske Skoda i Wien, liksom redan tidigare i Paris hos Piorry å hans klinik Hôpital Pitié gjorde sig förtrogen med de nya physikaliska undersökningsmetoderna, specielt vid lungsjukdomar, perkussion och auskultation.

Att Willebrand tyckes fattat sin uppgift der ute mångsidigt framgår deraf att han i Wien äfven tog kännedom om de stora framsteg pathologiska anatomin gjort genom Rokitansky's grundläggande arbeten och hvilka just utgjort så att säga basen för den moderna Wienerskolan då för tiden.

Äfven ophthalmologin och dess senaste framsteg (ophthalmoskopet t. ex. hade vid den tiden af v. Græfe blifvit infördt i allmännare bruk) studerade Willebrand under sin utrikesvistelse såväl å Desmarre's ögonklinik i Paris som i Berlin hos Græfe, till hvilken han sedermera fortsättningsvis stod i vänskapsförhållande. Willebrand synes med en viss förkärlek omfattat denna delikata specialbranche, såsom framgår af hans lifliga skildring (införd i Notisblad för Läkare och Pharmaceuter 1857 N:o 9, 10) om den ophthalmologiska kongressen i Bryssel samma år 1857, hvari han deltog, samt äfven deraf att han ännu långt senare å Läkare Sällskapets möten stundom gjorde kasuistiska meddelanden beträffande ofta nog intressanta ophthalmologiska fall.

Huruvida Willebrand under sin vistelse utomlands äfven kom i direkt personlig beröring med den i många afseenden tongifvande Wunderlich är ej bekant, men att denne framstående kliniker måste utöfvat, om ej direkt, så åtminstone genom sitt ofvannämnda archiv och de åsigter han der uttalat ett ej så obetydligt inflytande på honom, framgår flerestädes i Willebrands senare publikationer.

Wi finna nu Willebrand i jemnhöjd med den tidens medicinska bildning, samt väl utrustad till kampen ej blott mot sjukdom utan ock mot de gamla naturfilosofiska ideerna och doktrinerna som då ännu voro dominerande i vårt land samt äfven mot många fördomar. På grund af hans naturliga begåfning stäldes äfven härvid stora förväntningar på honom. I hvad mon han i hvarje enskildt fall lyckats att alltid utdraga det bästa af hvad han sett och hört derute, samt att sedan tillämpa och genomföra det här hemma, är väl svårt för en senare tidsperiod att med bestämdhet afgöra; säkert är emellertid att Willebrand var lifvad af den mest rena entusiasm för sin sak samt att han seder-

mera vid den medicinska undervisningen här hemma tillämpade de nya fysikaliska undersökningsmetoderna, hvilka dock redan något tidigare genom universitetsadjunkten Sjöman blifvit bekantgjorda här, hvarjemte han med sina samtida och personliga vänner E. A. Ingman och W. Pipping med framgång kämpade för det moderna mera naturvetenskapliga åskådningssättet, sålunda alldeles brytande med de gamla lärorna. — I denna Willebrands egenskap att vara de nya ideernas hängifne banerförare här i vårt undanskymda land, ligger just hans stora betydelse för hela vår medicinska utveckling.

Men om ock Willebrand stod på den nya grunden fanns hos honom ännu mycket qvar, kanske delvis omedvetet, af det gamla åskådningssättet, en förklarlig följd af hans tidigare, förberedande studier här hemma; derom bära hans vetenskapliga arbeten vittne. I desamma behandlar han, delvis betydelsefulla ämnen från de mest olika områden af medicinen, såsom ock framgår af bifogade litteraturförteckning, samt framkastar ofta nya och originella ideer och hypotheser. Ehuru Willebrand förklarade sin ståndpunkt vara den „anatomiskt-pathologiska, ingalunda den dynamiska“, sysselsatte han sig i dem dock hufvudsakligen blott med resp. sjukdomars symptomatologi och therapi. — Men i betraktande af den delvis osäkra grund hvarpå såväl läran om sjukdomssymptomen hvilade, isynnerhet om desamma afhandlas utan tillbörligen fästadt afseende vid motsvarande anatomiska förändringar, som sjelfva sjukdomsbehandlingen, som ofta var resultatet blott af obevisade, stundom löst framkastade hypotheser, är det ej att undra, om isynnerhet en senare tidsperiod ofta nog i nämnda publikationer saknar den af vår tid fordrade nödiga kritiska skärpan.

I sin afhandling „om betydelsen af smärtor i hjertgropen“ behandlar Willebrand alla de olika sjukdomsgrupper, som kunna gifva upphof åt nämnda symptom samt betonar strax i början af arbetet det något ensidiga i den af en del den moderna skolans anhängare uppstälda satsen: „Ingen funktionsstöring utan motsvarande texturförändring“. Vid den theoretiska utläggningen stöder han sig stundom på de af den store franske physiologen Claude Bernard några år förut för studium af digestionsprocessen utförde betydelsefulla experimenten å djur, vid hvilka Willebrand under en tidigare längre vistelse i Paris delvis sjelf assisterat. Kräftan beröres endast i korthet, deremot egnas en utförligare bearbetning åt magsåret, under beaktande äfven af dess pathologiska anatomi, sådan den framställts af Willebrands lärare häri Cruveilhier och Rokitansky, hvarvid pepsinet af Willebrand antages utöfva den frätande inverkan på ventrikelväggen sedan först det betäckande epitel-lagret blifvit förstördt, sannolikt genom föregående smärre blödningar i slemhuden. En stor betydelse tillskrifves de s. k. dyspepsierna, hvilka Willebrand anser bero på sjuklig

produktion af syror i ventrikeln, hvilket sedan förorenande kan inverka på bloden genom att syrorna öfvergå i densamma och sålunda ofta framkalla de mest olika sjukdomsgrupper: skrofler, rachitis, bleksot m. m.; som man finner en efter nutidens betraktelsesätt något fri tolkning af sjukdomarnas inre sammanhang, men som dock står i god samklang med den tidens såkallade kras-lära.

Att dyspepsierna äro så allmänna hos oss anser Willebrand i någon mon kunna tillskrifvas det myckna bruket af potatis hvaraf dessa syror i ventrikeln lättast uppstå, och befarar i likhet med den kända tyska klinikern Frerichs att den myckna potatis förbrukningen kan bidraga till folkracens försämring,

Kardialgierna, hvilka Willebrand ställer i samband med kramp i ventrikelns muskelfibrer, och som enligt honom oftast förorsaka ofvannämnda smärtor, anser han i enlighet med den tidens uppfattning kunna uppstå genom retning i, eller störingar af nästan hvilket annat organ som helst i kroppen på s. k. sympatisk väg, hvilket väl närmast torde motsvara hvad vi nu för tiden kalla reflexverkan. Men då detta samband i många fall äfven ännu är aldeles oklart och långtifrån bevisadt var det nödigt för att vid bevisningen få ett systematiskt helt att ofta nog taga fantasin alltför mycket till hjelp.

På grund af nämnda afhandling blef Willebrand samma år 1856 i ledigheten efter Ilmoni, som var en afgjord anhängare af den äldre naturfilosofiska riktningen, utnämnd till professor i theoretisk och praktisk medicin, hvilken lärostol följande året fick namnet profession i allmän patologi och medicinsk klinik, samt blef dermed äfven chef för kliniska Institutets medicinska afdelning, hvilken han redan under en följd af år tidtals förestått. Till ledamot af Vetenskaps Societeten blef Willebrand invald följande året 1857, dock har han ej på något mera ingripande sätt deltagit i societetens lif och verksamhet, om ock varmt intresserad derför.

Såsom universitetslärare framstod Willebrand genom sina glänsande, spirituella föredrag, hvilka oemotståndligt fängslade åhörarn. I likhet med gamla tidens läkare och äfven en del den tidens framstående kliniker, litade Willebrand vid diagnosens ställande vid sjukbädden mycket på sin läkareblick, någongång kanske på bekostnad af grundligheten och objektiviteten i sjukexamen, om ock Willebrands blick torde varit väl uppöfvad. I detta sammanhang må äfven omnämnas att Willebrand införde systematiska temperaturbestämningar vid den medicinska kliniken; att dessa temperaturmätningar i privat praxis på en del håll den tiden tyckas stött på vissa svårigheter framgår deraf att Willebrand i sin uppsats om termometirn (i Notisblad för Läkare o. Pharmaceuter 1857 n:o 11) måste bemöta anmärkningen om det besvärliga för läkarn att nödgas resa omkring med termometern i sin ficka.

Vid Kristiania Universitets femtioårsfest 1861 representerade Willebrand det finska universitetet samt Finska Vetenskaps societeten, Finska Läkare Sällskapet och Finska Litteratursällskapet, och på ett sådant sätt att ännu länge efteråt den finska professorns namn skall fortlefvat i angenäm hågkomst inom Kristiania akademiska kretsar.

Jemte sin lärareverksamhet vid universitetet utöfvade Willebrand en mycket omfattande praktisk läkareverksamhet. Till framgången deraf bidrog, förutom hans mångsidiga föregående studier och stora erfarenhet, helt visst äfven mycket att Willebrand på grund af sin snabba uppfattning, sin menniskokännedom samt sitt deltagande, humana väsen, och möjligen äfven i någon mon påverkad af den tidigare omnämnda Wunderlich, innehade konsten att individualisera, hvarjemte han, såsom af hans skrifter framgår, äfven fäste tillbörligt afseende vid det psychiska momentet, om ock den suggestiva therapin då för tiden saknade nutidens något solidare basis. Derjemte hade äfven Willebrand, hvars lifliga temperament ej alltid kunde känna sig tillfreds med blotta doktriner och theoretiska spekulationer inom medicinen, utan fordrade en större sjelfverksamhet från läkarens sida, äfven blifvit berörd af d. s. k. naturliga läkemedlen, samt tillämpade dem mycket i sin praktik, specielt elektriciteten, för hvilket sistnämnda medel hans intresse blifvit väckt närmast af vår landsman Crusell's anmärkningsvärda arbeten öfver galvanismen såsom läkemedel. (Ueber den Galvanismus als chemisches Heilmittel gegen örtliche Krankheiten, St. Petersburg 1841. Erster Zusatz zu der Schrift: Ueber den Galvanismus etc. 1842. Zweiter Zusatz 1843. Dritter Zusatz 1844.)

Helsingfors hade på 1840 och 1850 talet rykte om sig såsom bad- och brunnsort, och besöktes äfven mycket af våra östra grannar, hvilka då för sin kur företrädesvis anlitade v. Willebrand. — Med Willebrands sympatiska väsen var det naturligt att der han var läkare han i allmänhet äfven blef „vän i huset“, och kom han derigenom, synnerligast då han var anlitad af våra främsta familjer ofta att utöfva ett inflytande vida utöfver läkarens egentliga.

På grund af Willebrands mångsidiga erfarenhet och insigter anförtrodde regeringen åt honom många uppdrag: sålunda var han ordförande i komitén för utarbetandet af ny medicinaltaxa 1861, ledamot i komitén för uppgörandet af förslag till författning för sundhetspolisen i Finland 1868, i komitén för värnlösa barns uppfostran 1870; ordförande i komitén för afgifvande af förslag till ny instruktion för allmänna sjukhusen i landet 1871, i komitén för uppgörande af förslag till nytt barnbördshus i Helsingfors 1871, ledamot i komitén för organisation af elementarläroverken 1871, ordförande i komitén för uppförande af nya byggnader för kirurgiska afdelningen vid allmänna sjukhuset i

Helsingfors samt för ny syfilitisk kuranstalt 1872, i komitén för reorganisation af dårvården 1873, i komitén för reorganisation af medicinalstyrelsen 1874 samt ledamot i löneregleringskomitén 1876.

År 1863 utnämndes Willebrand till t. f. generaldirektör för medicinalverket i Finland, hvarjemte han qvarstod vid Universitetet ända till år 1874, då han som professor emeritus afgick. Att en chefplats under så outvecklade förhållanden som då ännu i flere afseenden voro rådande och der många och ingripande reformer voro af nöden, men tillgångarna begränsade, utan att dock pretensionerna i samma mon voro minskade, skall vara svår att fylla är naturligt; det ligger derför i sakens natur att omdömena om Willebrands verksamhet som medicinalchef i en och annan punkt kunna vara delade. Emellertid undergingo under Willebrands chefskap, hvarvid han hade lyckan vid sin sida hafva en så insiktsfull och nitisk sekreterare som Kammarrådet F. J. Rabbe, våra medicinska förhållanden i många och olika riktningar en betydlig utveckling: Ett stort antal nya sjukhus uppfördes, såsom barnbördshuset och det nya kirurgiska sjukhuset i Helsingfors, sjukhusen i Björneborg och Torneå, sjukhuset i Åbo ombyggdes, sjukhusen i Kuopio, Jyväskylä och Tavastehus ombyggdes och utvidgades. Dårvården förbättrades, i det anstalterna för sinnessjuka utvidgades, upptagningsanstalter inrättades, Fagernäs kur- och vårdanstalt samt Kexholms asyl för sinnessjuka uppfördes. Barnmorskeväsendet utvecklades, provisionella förlossningsanstalter vid länelasaretten inrättades. Vaccinationsväsendet ordnades, i det att obligatorisk vaccination infördes. Grunden lades till förbättrade veterinärförhållanden. Äfven åt apoteksväsendet egnade Willebrand sin omsorg i det flere nya apothek inrättades och en ny farmakopé utkom.

Många utmärkelser från regeringens sida kommo Willebrand till del; sålunda erhöll han 1867 statsråds- samt 1874 verkligt statsrådstitel, samt upphöjdes 1889 i Friherrligt stånd jemte barn och efterkommande, hvarjemte han hugnades med flere ordnar.

Oaktadt sin omfattande och mångsidiga verksamhet var Willebrand från det han blef läkare ända till det sista en varm och trogen anhängare af det Finska Läkare Sällskapet, bland hvars stödjepelare han varit en af de främste och till hvars utveckling och förkofran han i så många afseenden verksamt bidragit. Det var äfven Willebrand som tog initiativet till våra allmänna läkaremöten. Läkaresällskapet har ock å sin sida vetat att uppskatta detta Willebrands uppriktiga intresse för och stora förtjenster om detsamma, i det sällskapet 1883 invalde honom till sin hedersledamot. Till läkarenes pensionskassa donerade Willebrand i anledning af sitt jubelmagisterskap 1886 en större summa, 30,000 Fmk.

Men Willebrands mångsidiga medicinska verksamhet och intressen gjorde honom ingalunda fremmande för vår kulturutveckling på andra områden, såsom äfven framgår af det nära vänskapsband som förenade honom med de främste bärarne af dessa sträfvanden: Runeberg, Nervander, Castrén, Lönnrot, Snellman, Cygnæus, Topelius m. fl.

Vid våra ständermöten, ända från det konstitutionella lifvets återupplifvande 1863 till 1878 representerade Willebrand sin ätt; hans af andra värf strängt upptagna tid tillät honom visserligen ej att verksammare deltaga i det politiska lifvet, men då det gälde frågor som på något sätt berörde den allmänna helso- och sjukvården eller den medicinska lagstiftningen i allmänhet saknades dock Willebrand ej på sin post, samt inlade då alltid ett varmt och tungt vägande ord i vågskålen. Såsom exempel på hans liberala ståndpunkt och åskådningssätt i allmänhet kan anföras att han vid 1863 års landtdag jemte A. v. Weissenberg petitionerade om adelsprivilegiernas afskaffande.

Om ock Willebrand ursprungligen hade en god och stark helsa, blef den dock småningom ej blott af åren utan fastmer af hans ansträngande verksamhet bruten, hvarför han 1890 vid 76 års ålder drog sig tillbaka från det offentliga till privat lifvets lugn, der en öm och kärleksfull vård egnades honom tills ett plötsligt slaganfall hastigt ändade hans verksamma lif den 18 Januari detta år.

Willebrand var sedan 1850 gift med Anna Sofia Jænisch dotter till postförvaltaren i Willmanstrand Fredrik Jænisch och Anna Maria Candau, och hade i detta äktenskap två döttrar och tre söner, af hvilka den äldste, Viktor Mathias dog som ung student; till minne af honom donerade Willebrand till Universitetet en summa af 10,000 Mark som skulle benämnas Viktor v. Willebrands stipendiefond. — Hvad Willebrand varit för sitt hem och sin familj, tillkommer ej mig att här beröra.

Med Willebrand har en ädelt anlagd natur och human personlighet gått ur tiden. En hängifven anhängare af och förkämpe för den moderna riktningen inom medicinen har han genom en omfattande, i många hänseenden reformerande verksamhet lemnat betydande inlägg i vår utvecklings historia samt derigenom gjort sig förtjent af fosterlandets tacksamma hågkomst.

Utgifna skrifter.

Om Indicationerna till Amputation 1840. Specimen för doktorsgrad.
De Tabe Mesenterica Adultorum 1853. Specimen för adjunktur.
Om betydelsen af smärtor i hjertgropen 1856. Specimen för profession.

I Notisblad för läkare och pharmaceuter.

Anmärkningar rörande upptäckten af en hjertsjukdom som finnes förekomma i fall af de slags konvulsioner, hvilka benämnas Veits danssjuka eller chorea. 1849. N:o 12.
Anmärkningar rörande behandlingen af lungsot. 1850. N:o 7 et 8.
Bidrag till igenkännandet af hjernans sjukdomar. 1851. N:o 4.
Anmärkningar om terpentinet såsom läkemedel. 1851. N:o 7.
Om spinalirritation. 1851. N:o 9.
Om hvitblodsjuka. 1852. N:o 1.
Om danssjukan och dess förhållande till hjertsjukdomar och rheumatism. 1854. N:o 1.
Anmärkningar rörande bruket af Arsenik emot frossa. 1854. N:o 7.
Om fall af intermitterad albuminuri. 1855. N:o 1.
Om oförmodadt hastig död under hetsig rheumatism, och om några härmed sammanhängande nyare undersökningar inom den allmänna sjukdomsläran. 1855. N:o 7 et 8.
Om Croup och Diphteritis. 1856. N:o 3 et 4.
Om thermometriska undersökningar vid febrar. 1856. N:o 7 et 8.
Spridda anmärkningar rörande behandlingen af typhus. 1856. N:o 11, 12.
Om termometri vid sjukvården. 1857. N:o 11 et 12.
Iakttagelser rörande verkan af secale cornutum. 1858. N:o 10, 11.
Om psychiska affektioner vid korean. 1859. N:o 9.
Om Hypnotism. 1859. N:o 12.
Anmärkningar rörande läran om hetsig vattenutgjutning i hjernan hos barn. 1860. N:o 1, 2.
Bidrag till läran om fallandesoten 1860. N:o 3.
Om gagnet af termometerundersökningar vid sjukvården. 1861. N:o 1.
Om komprimerad luft såsom läkemedel. 1861. N:o 12.
De nyaste theorierna om fallandesoten. 1862. N:o 5.
Rabiessjukdomen i afseende å allmän helsovård och medicinalpolis. 1864. N:o 1, 2.
Om jod emot typhusfebern. 1865. N:o 4, 5.
Om jod såsom läkemedel emot frossa. 1869. N:o 3.

I Finska Läkare Sällskapets Handlingar.

Om verkan af Tartarus emeticus i Syphilis. 1842. Bd. I.
Reflexioner öfver några vigtiga ämnen i barnsjukdomarnas Pathologie, med anledning af Stats-Rådet von Haartmans skrift om Barnsjukdomarna. 1844. Bd. II.

Praktiska anmärkningar i Syphilidologi. 1845. Bd. II.

Om galvanismen, såsom läkemedel. 1846. Bd. III.

Om betydelsen af mjölkskorf hos barn. 1850. Bd. IV.

Redogörelse för Finska Läkaresällskapets verksamhet år 1855 afgifven vid årsdagen den 2 februari 1856. 1856. Bd. VII.

Till frågan om subkutan-applikation af merkurpreparaten. 1870. Bd. XII.

Fall af graviditas extrauterina. 1870. Bd. XII.

Dessutom talrika smärre uppsatser, kasuistiska meddelanden referat och recensioner såväl i Finska Läkare Sällskapets Handlingar som i Notisblad för Läkare och Pharmaceuter

I Archiv für Ophthalmologie.

Ein Fall von Myosis, als pathologischer Beleg für die Einwirkung des Nervus sympathicus auf die Radialfasern des Iris. Bd. I.

Vorläufige Mittheilung über den Gebrauch des Secale cornutum bei Accomodationsstörungen des Auges und einigen andern krankhaften Zuständen. 1858. Bd. IV.

I Virchow's archiv.

Jod gegen Typhus. 1866.

Jod gegen kaltes Fieber. 1869.

I Acta Societatis scientiarum Fennicæ.

Minnestal öfver Carl Daniel von Haartman den 29 April 1878. T. XI.

ACTA SOCIETATIS SCIENTIARUM FENNICÆ.

TOM. XIX. № 18.

MINNESTAL

ÖFVER

AXEL WILHELM GADOLIN.

Hållet

på Finska Vetenskaps-Societetens års- och högtidsdag den 29 april 1893

Af

E. R. NEOVIUS.



Högtärade församling!

Finska Vetenskapssocieteten, som under det förgångna året drabbats af en smärtsam förlust genom tvenne af dess ledamöters dödliga frånfälle, har på denna sin årsdag velat egna de aflidne en gärd af hågkomst och erkänsla för hvad de uträttat i vetenskapens tjenst. Då Societeten anförtrott mig det hedrande uppdraget att vid detta festliga tillfälle lemna en skildring af dess hedersledamot Generalen af artilleriet Axel Wilhelm Gadolin, är jag fullt medveten om de svårigheter jag har att på ett för den aflidne värdigt sätt fullgöra detta uppdrag, ty flertalet af Gadolins arbeten kunna utan öfverdrift betecknas såsom banbrytande för de vetenskapsgrenar inom hvilka de röra sig, och en fullständig uppfattning af dem, ett rätt uppskattande af deras vetenskapliga och äfven praktiska betydelse skulle fordra ett noggrant studium icke ensamt af dessa arbeten, utan äfven af hans föregångares och efterföljares forskningar inom samma områden. Flere af Gadolins arbeten behandla dessutom vetenskapliga frågor inom områden med hvilka jag kommit i endast flyktig beröring, och detta har äfven i hög grad försvårat mitt arbete. Om den teckning jag utkastat icke kommer att anses mycket bristfällig, så har jag härför att tacka ett tillmötesgående af tvänne fackmän *) i den vetenskapsgren åt hvilken Gadolin med särskild förkärlek egnade sig, nämligen Mineralogin, samt dessutom meddelanden af en person **), som stått Gadolin nära under en längre tid af hans lif.

Axel Wilhelm Gadolin föddes den 24 Juni 1828 på Åvik i Somero socken. Hans föräldrar voro löjtnanten Wilhelm Gadolin, egare af Åviks bruk, och hans maka Gustava Emerentia Arrhenius. Slägten härstammar från bonden på Magnula hemman i Nykyrka socken Anders, hvilkens son Jakob, född i slutet af 1600-talet, antog namnet Gadolin (af hebr. Gadol =

*) Professor F. J. Viik och Professor Groth.

**) Friherre V. von Born.

lat. Magnus). Gadolins farfar var den framstående astronomen och fysikern, teologie professorn, sedermera biskopen i Åbo, Jakob Gadolin, hvilken fyra gånger utsågs till universitetets Rektor och år 1788 till dess Prokansler. Den framstående vetenskapsmannen, professorn i Kemi vid universitetet i Åbo, Johan Gadolin och likaså professorn Gustaf af Gadolin, äfven han fyra gånger vald till universitetets Rektor, voro Gadolins farbröder. Namnet Gadolin är således nära förenadt med vår vetenskaps och med vårt universitets historia.

Sin första undervisning erhöll Gadolin i hemmet, der fadren, en framstående industriidkare och jordbrukare, men isynnerhet modren ledde hans studier i matematik och naturvetenskaper.

Vid 13 års ålder vann Gadolin inträde i finska kadettkåren, der han redan tidigt genom flit och allvar ådrog sig lärarenes uppmärksamhet. Klass efter klass gick han fram såsom primus, omtyckt och aktad af såväl lärare som kamrater. På de högre klasserna, der studierna bedrifvas mera sjelfständigt, vaknade Gadolins intresse för naturvetenskaperna. Främst synes Astronomin hafva tilltalat hans lifliga fantasi. Då tiden från kl. 6 på morgonen till ½ 10 på aftonen var strängt upptagen, tillgrep Gadolin under sista året af sin studietid morgonstunderna från kl. 3 till 6 för att hänge sig åt studium af denna vetenskap. Sålunda genomgick Gadolin tillsammans med en af sina kamrater, numera Generallöjtnanten F. Neovius, Schuberts teoretiska astronomi.

Redan som kadett framstod hos Gadolin den karaktärsegenskap, som senare gjorde honom så omtyckt af alla — anspråkslösheten. Betecknande härför är hans svar till Baron Rosenkampff, en af den tidens högsta militärer i landet, med hvilken Gadolin tillfälligt sammanträffade på ett gästgifveri. Rosenkampff gjorde den unge mannen åtskilliga frågor om förhållandena i kadettkåren och sporde slutligen, utan att känna namnet på den han hade framför sig: hvem är nu primus i kadettkåren? Det är en Gadolin svarades helt lugnt, utan att en min förrådde att primus sjelf stod inför generalen.

Gadolins namn finnes ingraveradt på en af de stora hvita marmortaflor, hvilka pryda kadettkårens solennitetssal och hvilka upptaga namnen på de elever, som med största utmärkelse genomgått läroanstalten.

Efter afslutad kurs i kadettkåren befordrades Gadolin sommaren 1847 till fänrik vid lifgardets Pauloffska regemente och tillkommenderades till Michailoffska artilleriskolan, der han inhemtade grunderna af den vetenskapsgren, åt hvilken han senare egnade en stor del af sitt lif och sina krafter. Efter att år 1849 med utmärkelse hafva afslutat kursen vid artilleriskolan befordrades Gadolin till löjtnant och öfverfördes på gardesartilleriet. Från denna tid egnade Gadolin sig åt vetenskapen, och det dröjde ej länge innan frukterna af

hans ihärdiga arbete blefvo synliga och tilldrogo sig vetenskapsmännens uppmärksamhet.

Gadolin synes till en början fattat ett synnerligt intresse för mineralogin och kristallografin. Under de få lediga stunder en sträng tjenstgöring medgaf, studerade han dessa vetenskaper med den energi, att han redan år 1855 uppträdde såsom författare till en uppsats på ryska språket om bestämningen af några nyupptäckta salters kristallform, hvilken åren 1856 och 1858 efterföljdes af två nya arbeten: „Beobachtungen über einige Mineralien aus Pitkäranta" (i ryska mineralogiska sällskapets förhandlingar 1855—56), „Geognostische Beschreibung der Insel Pusu" samt „Geognostische Skizze der Umgebungen von Kronoborg und Tervus" (i nämnda tidskrift för år 1858).

„*) I den förstnämda af dessa afhandlingar beskrifver Gadolin åtskilliga vid Pitkäranta förekommande mineralier, särskildt granat, svafvelkis och tennmalm, samt bestämmer en mängd nya kristallformer hos dessa. Han fäster sig härvid företrädesvis vid de sedermera s. k. vicinalytorna, hvilka i afseende på sitt läge närma sig de vanliga normala kristallytorna och derföre först vid en noggrannare undersökning kunna åtskiljas från de senare. Deras närmare bestämning förutsätter derföre en ganska stor färdighet och vana vid kristallografiska undersökningar. De voro också på denna tid, då man i allmänhet taget fäste mera afseende vid kristallernas normala än deras anomala företeelser, jemförelsevis mindre beaktade än för närvarande".

„I beskrifningen öfver Tusunsaari i Ladoga invid Pitkäranta, hvilken i likhet med den öfver Kronoborgs trakten är åtföljd af en för dåvarande tid ganska detaljerad geologisk karta, lemnar Gadolin en närmare framställning af förhållandet mellan gneisstraterna och graniten: de förra, bland hvilka förekommer den såsom bergart i allmänhet högst sällsynta skapolitfelsen, böja sig, såsom af Gadolins karta tydligt framgår, halfkretsformigt omkring graniten. I beskrifningen af trakten vid Kronoborg framhåller Gadolin åtskilnaden mellan orthoklasgraniten (eller granit med öfvervägande kalifältspat) och oligoklasgraniten (med förherrskande natronfältspat), hvilka ännu på denna tid allmänt sammanfördes med hvarandra, men sedan i sjelfva verket visat sig vara bestämdt skilda icke blott såsom bergarter betraktade (petrografiskt) utan ock såsom tvenne särskilda bergformationer (d. ä. i geologiskt afseende)".

„Smärre meddelanden öfver kristallografiska och mineralogiska undersökningar har Gadolin lemnat i flere senare utkomna årgångar af ofvannämnda sällskaps förhandlingar".

---

*) Prof. Wiik.

Gadolins nu omnämda arbeten tillkommo under den tid han af regeringen tillkommenderades till Petrosavodska kanongjuteriet. Huru strängt upptagen han än var af tjensteåligganden, fann han dock alltid tid för sina studier. Då andra hvilade, genomströfvade han skog och mark, och fann härunder full sysselsättning för sin skapande ande. De första af Gadolins arbeten måste betecknas såsom mera tillfälliga, icke planlagda. Han var mindre utrustad för en vetenskaplig utfärd än en nutidens skolpojke är det för sin första botaniska excursion. Men i förlägenhet råkade han aldrig. Det han behöfde förstod han att sjelf laga, och bristen på noggranna instrument ersatte han genom sinnrikt konstruerade apparater, af hvilka några blefvo af värde särskildt för mineralogerna. Jag anser mig böra omnämna hans enkla apparat för bestämmande af specifika vigten af mineralier, en apparat som kan användas på fria fältet och ej upptager större plats än en vanlig blyertspenna. Gadolin har beskrifvit densamma i en uppsats „Eine einfache Methode zur Bestimmung des specifischen Gewichtes der Mineralien“ St. Petersburg 1858. Vid ett besök hos Gadolin hade jag förmånen att få se apparaten och höra honom beskrifva densamma. Principen är följande: På en circa 20 c. m. lång tvåarmad häfstång i form af en vågbalk upphängas på tunna sidentrådar två mineralier, hvilkas specifika vigter skola jemföras med hvarandra. Det ena mineraliet förskjutes med sin tråd längs balken tills denna ställer sig horizontelt. Derefter sänkes balken så, att hvardera mineralierna komma under ytan af vattnet i ett kärl öfver hvilket apparaten hålles vid begagnandet. Antingen störes jemvigten härvid ej, då hafva hvardera mineralierna samma specifika vigt, eller ock störes jemvigten och återställes genom förskjutning af det ena mineraliet. Storleken af förskjutningen afläses direkt på den indelade balken och med tillhjelp af en enkel formel erhålles sedan specifika vigten af det ena mineraliet om det andras är bekant. De erhållna resultaten äro synnerligen tillfredsställande i det felen uppgå till en, högst två procent. På alla vandringar hade Gadolin sin apparat i bröstfickan och försummade ej att taga med sig ett mineral, hvars specifika vigt var bestämd.

Från tidpunkten för Gadolins vistelse i trakterna af Ladoga sjön härstammar äfven hans uppkastade plan till en geologisk undersökning af hela södra Finland. Enligt mig gjordt meddelande skulle Gadolin i en skrifvelse till Consistorium Academicum närmare redogjort för sin plan och förklarat sig beredd att sjelf leda arbetet, blott han såsom biträden erhölle några studenter, som egnat sig åt geologiska och mineralogiska studier. Consistorium synes dock ej hafva fäst vidare afseende vid den unge löjtnantens förslag, hvilket derföre tyvärr ej kom till utförande.

Gadolins största och vigtigaste afhandling af mineralogiskt innehåll är den år 1867 den 19:de Mars för finska vetenskapssocieteten föredragna och i Tom. IX af Acta Societatis Scientiarum Fennicae intagna kristallografiska afhandlingen: Mémoire sur la déduction d'un seul principe de tous les systèmes cristallographiques avec leurs subdivisions", hvilken afhandling enligt framstående fackmäns utsago för all framtid skall bevara hans namn inom den mineralogiska vetenskapen. På ryska språket infördes afhandlingen år 1889 i Kejserliga ryska mineralogiska sällskapets förhandlingar. I „Öfversigt af Finska Vetenskapssocietetens förhandlingar" X, 1867—1868, ingår en af Gadolin sjelf på svenska språket kort sammanfattad redogörelse för denna kristallografiska teori.

Gadolin utgår från den erkända relation, som eger rum emellan den yttre formen af kristallerna och deras fysikaliska egenskaper, en relation som kan karaktäriseras derigenom att två riktningar, som hafva samma läge i förhållande till kristallens yttre form, äfven ange identiska fysikaliska egenskaper. Gadolin kallar dylika riktningar, hvilka på intet vis kunna från hvarandra åtskiljas, lika riktningar, och han hänför till en och samma kristallgrupp alla de kristaller, i hvilka antalet och läget af de lika riktningarna äro desamma. Det gifves nu oändligt många arter af polyedrar begränsade af plana ytor och med lika riktningar, men icke så kristallformer, hvilka omfattas af en lag, tillföljd af hvilken förhållandet emellan parametrarna, hänförda till vissa axlar, äro rationela tal. Under antagande af endast denna lag och den ofvananförda principen visar Gadolin på ett strängt, ytterst elegant och tillika elementärt sätt, att antalet grupper som låta bilda sig på detta sätt är begränsadt till 32, hvarvid han ledes till att utmönstra 7 af föregående författare (Naumann m. fl.) antagna grupper samt att tillägga 7 förut icke beaktade grupper.

„ *) Redan Gadolin sjelf var i tillfälle att ådagalägga naturenligheten af sitt kristallografiska system. Sålunda kunde han på grund deraf teoretiskt rätta den för några mineralier antagna kristallformen, hvilket ock sedermera af Descloizeaux och Kokscharow genom kristalloptiska och kristallografiska undersökningar befanns vara fullt riktigt".

„Såsom ytterligare exempel på tillämpningen af Gadolins kristallografiska system kan anföras följande: Af de utaf Gadolin uppstälda kristallgrupperna är den sista (32:dra), den s. k. hemiëdriskt triklina afdelningen, särskildt anmärkningsvärd. Tillförene antog man att det triklina eller såsom det vanligen kallas asymmetriska (osymmetriska) kristallsystemet icke kunde förete någon hemiëdri eller

*) Prof. Viik.

halfvering af de enkla, fulltaligt utbildade formerna, emedan en sådan i allmänhet uppkommer genom bortfallandet af ett symmetriplan eller en symmetririktning hos de holoëdriska formerna och det triklina systemet saknar sådana. I enlighet med den af Gadolin antagna principen för kristallformernas gruppering är dock en sådan hemiëdri i det triklina systemet möjlig, nämligen genom halfvering af dess enkla former, hvilka bestå af tvenne parallela plan eller planpar, genom hvars kombination de i naturen uppträdande formerna uppkomma. De hemiëdriskt triklina kristallernas enkla former bestå sålunda af blott ett enda plan utan motsvarande parallelplan: de hafva inga lika riktningar, under det att de holoëdriskt triklina formerna hafva tvenne diametralt motsatta sådana, hvilka visserligen icke såsom i de öfriga holoëdriska afdelningarna kunna hänföras till ett symmetriplan resp. en symmetriaxel, men deremot till en symmetripunkt, genom hvars bortfallande de hemiëdriskt triklina formerna uppkomma".

„Gadolin påpekar i sin afhandling att ett på artificiel väg framstäldt salt, tvefaldt vinsyradt strontium, hvars kristallform blifvit beskrifven af den italienska kristallografen Scacchi, företer de kriterier, som karakterisera den hemiëdriskt triklina kristallgruppen. I mineralriket har deremot detta kristallisationssätt antagits såsom icke förekommande. Dock finnes det tvenne i Finland funna egendomliga varieteter af ett till den vigtiga fältspatserien hörande mineral, kalkfältspat eller anorthit, hvilka förete former, som i enlighet med Gadolins uppfattning måste betraktas såsom hemiëdriskt triklina, i det de nämligen hafva enkla former bestående af ytor utan parallelplan. Den ena är den redan af aflidne Statsrådet N. Nordenskiöld beskrifna Lindsayiten från Orijärvi, den andra en af mig vid Sillböle, ehuru hittills blott i tvenne exemplar funnen anorthitvarietet (anorthoït). Hvardera äro mycket förändrade (metamorfoserade) i afseende på sin substans eller inre struktur, dock med välbibehållen yttre anorthitform. Hvardera förekomma de i form af invuxna, på alla sidor fritt utbildade kristaller, hvilka hos lindsayiten äro utdragna i hufvudaxelns, hos anorthiten i en biaxels (a-axelns) riktning. Och häri hafva vi väl att söka orsaken till deras olikhet från anorthitkristaller från andra fyndorter, hvilka enligt regeln äro i en riktning påvuxna ett underlag samt skenbart holoëdriska, alldenstund invuxna, fullt utbildade kristaller af ett mineral i allmänhet förete enklare former (grundformen), påvuxna mera sammansatta. Anorthiten eller kalkfältspaten synes mig sålunda måsta betecknas såsom hemiëdriskt triklin till skilnad från den holoëdriskt kristalliserande alkalifältspaten (albit)".

„Om man utgår från de enkla lindsayit- resp. anorthoïtformerna, eller i allmänhet från den af Gadolin uppstälda hemiëdriskt triklina kristallgruppen, så kan man, såsom jag närmare visat i min nyligen i öfvertryck

utkomna afhandling: „Utkast till ett kristallokemiskt mineralsystem“ (Acta Soc. Scient. Fenn., Tom. XIX), genom upprepad s. k. tvillingsbildning komma till formkomplexer, hvilka i afseende på sin yttre form närma sig de mera symmetriska kristallgruppernas former, och i allmänhet så nära till de i dessa systemer kristalliserande, allmännare förekommande silikater, mer eller mindre allt efter deras större eller mindre likhet med anorthit i kemiskt hänseende, att jag ansett mig kunna uppställa den hypotes, att dessa silikater i afseende på sin inre molekularstruktur motsvara nämnda formkomplexer (närmast i deras s. k. anomala tillstånd), eller med andra ord, att de mera symmetriska molekylerna äro sammansatta af partial molekyler med mindre symmetrisk form. Man får härigenom en enkel förklaring öfver förhållandet mellan det normala och det anomala tillståndet hos kristallerna, hvilket senare hos flere mineralier genom temperaturförhöjning kan öfverföras i det förra, i det att atomerna och på grund deraf äfven atomkomplexerna eller molekylerna samt följaktligen äfven kristallytorna, hvilka motsvara molekularkrafternas riktningar, undergå en i allmänhet ringa förändring i afseende på sitt inbördes läge“.

„Om denna kristallokemiska teori, såsom jag vågar tro kommer att äfven af andra befinnes vara naturenlig, tillkommer förtjensten häraf i väsendtlig mån Gadolins kristallografiska system, hvarpå detsamma i formelt hänseende grundar sig, eller hvaraf det utgör en närmare utveckling. I enlighet med mitt betraktelsesätt af kristallerna och deras inbördes relationer kunna de af Gadolin uppstälda kristallgrupperna något skilja sig från hvarandra genom det olika antalet och läget af de till en komplex förenade partialformerna“.

„Ehuru nu sålunda Gadolins kristallografiska system skall komma att i framtiden modifieras och närmare utvecklas, skall det dock städse komma att betraktas såsom det, hvilket lagt grunden för ett nytt åskådningssätt och dymedelst inledt en ny aera inom kristallografin och mineralogin“.

Professor Groth, föreståndare för mineralogiska institutet vid universitetet i München, skänker Gadolins kristallografiska arbete det största erkännande. Äfven han påpekar att några af de i Gadolins system ingående 32 kristallgrupperna icke hade påträffats i naturen, medan å andra sidan mineralier voro kända, hvilkas kristallform syntes tillhöra grupper, hvilka ej ingingo i Gadolins system. Det visade sig emellertid snart att bestämningen af dessa senare var origtig och att de i sjelfva verket fullkomligt läto inrangera sig i Gadolins system. Ett vidare bevis för riktigheten af Gadolins system erhölls genom upptäckten, att kristallformerna af några kemiska produkter tillhörde de af Gadolin såsom möjliga betecknade grupperna, men för hvilka ingen repre-

sentant var känd. Då dessa upptäckter gjorts nyligen, d. ä. sedan Gadolins system blifvit allmännare beaktadt, och då nu för tiden af Gadolins 32 grupper endast 3 sakna säkra representanter, så anser Groth, att det skall vara endast en kort tid innan denna lucka fylles, hvarigenom äfven det Gadolinska systemets berättigande kan anses fullt bevisadt. Det är först under de sista åren som resultaten af Gadolins arbete blifvit allmännare uppmärksammade. Endast få kristallografer togo den första tiden notis om arbetet, och de resultat till hvilka Gadolin kommit meddelades hvarken i föreläsningar eller läroböcker. Först sedan flere tyska och franska lärda på olika vägar kommit till samma resultat, har man allmänt kommit till insigt om, att den förr antagna klassifikationen af kristallformerna måste modifieras efter Gadolins system. Groth antar att de enkla och eleganta bevis Gadolin gifvit för riktigheten af sitt system utan tvifvel snart komma att läggas till grund för undervisningen i vetenskaplig kristallografi och hoppas att intresset för denna vetenskap derigenom skall stegras samt att isynnerhet kemisterna skola bemöda sig om att finna representanter för de af Gadolins kristallformer, hvilka ännu sakna sådana.

I Ryssland tilldrog sig Gadolins arbete dervarande framstående kristallografers uppmärksamhet, främst Kokscharows. Afhandlingen belönades redan år 1868 med det Lomonosowska priset. Äfven vetenskapsakademin i Petersburg uppskattade värdet af Gadolins kristallografiska, mineralogiska och geognostiska arbeten och gaf detta erkännande uttryck genom att år 1873 invälja honom till korresponderande medlem.

Ehuru ofvanberörda arbete blef Gadolins sista större på kristallografins område, bevarade han dock under hela sitt lif det största intresse för denna vetenskap. Härom vittnar bland annat hans mineralsamling, bestående af till större delen väl kristalliserade mineralier, åtföljd af ett register och en af Gadolin sjelf uppgjord realkatalog, i hvilken ingå beskrifningar utaf de resp. mineraliernas kristallformer, t. e. d. med kristallografiska teckningar. Samlingen innehåller 650 mineralspecies i tillsammans omkring 2800 exemplar, af hvilka flere kunna betecknas såsom rariteter, så t. ex. Herderit, Walesewit i stora kristaller samt en större kristall af den ytterst sällsynta och intressanta Jeremejewiten, hvars värde kan uppskattas till minst 200 Fm. För öfrigt kunna nämnas såsom varande rikt representerade genom en mängd vackert kristalliserande exemplar följande mineralier: svafvelkis, tennmalm, zirkon, beryll, topas, turmalin, granat, titanit, samt sådana från fältspat- och glimmergrupperna. Åstadkommandet af denna såväl i afseende på kvantiteten som kvaliteten betydande, med stor omsorg och sakkännedom anordnade samling, har säkert erfordrat en lång följd af år, och att Gadolin ända till det sista fortsatte

med dess förökande, visar en samling år 1892 från mineraliehandlarne Fisani i Paris och Krantz i Bonn inköpta mineralier, hvilka Gadolin dock ej sjelf hann inordna i den allmänna systematiska mineralsamlingen.

Den vackra samlingen, som af Gadolin testamenterades till vårt universitet, finnes numera i universitetets mineralkabinett i de två prydliga skåp, hvari den under hans lifstid varit uppstäld efter Roses kristallokemiska system. Äfven sitt vetenskapliga bibliotek testamenterade Gadolin åt universitetet. Genom dessa gåfvor har Gadolin visat huru varmt han intresserade sig för vår högskola, och det är att hoppas att desamma skola bidraga till att vidmakthålla intresset för den vetenskap, åt hvilken Gadolin egnat sina bästa krafter och inom hvilken hans namn ej kommer att utdö.

Gadolin kunde dock ej uteslutande egna sig åt mineralogin och dermed sammanhängande ämnen. Såsom officer blef han redan tidigt af sitt chefskap, som fäst sig vid hans ovanliga begåfning och samvetsgrannhet, anlitad för olika uppdrag, och tvingades sålunda att egna sin uppmärksamhet åt frågor af mera praktisk natur. Det varade dock ej länge innan Gadolin fick tillfälle att visa sin förmåga att äfven på dylika frågor tillämpa sina grundliga matematiska insigter, och de resultat, till hvilka han kom på teoretisk väg, blefvo af den största betydelse för artillerivetenskapen. Frågor, hvilka man i flere länder sökte lösa på empirisk väg, funno genom Gadolins undersökningar sin fullständiga utredning, och de förändrade konstruktioner, som enligt Gadolins anvisningar infördes i artilleriet, visade sig vara så ändamålsenliga, att Gadolins namn snart spridde sig öfver hela Europa och att i Ryssland hvarje fråga af större betydelse för artilleriet hänsköts till Gadolins granskning.

De frågor Gadolin stält upp för sig äro af så komplicerad natur, att en exakt lösning af desamma knappast är tänkbar. Det har derföre gält att göra sådana förenklande antaganden, som, utan att alltför mycket afvika från verkligheten, möjliggöra problemets behandling. Sådana antaganden göras äfven af Gadolin på ett ytterst skarpsinnigt sätt och så, att man genast öfvertygas om att de resultat till hvilka han kommer äro fullt användbara. Härmed förenar Gadolin en klarhet och elegans i framställningen, som gör att man med intresse läser igenom hans arbeten, i hvilka analysen med säkerhet användes på de svåraste problem inom elasticitetsläran, och i hvilka alla uppkastade frågor så slutdiskuteras, att föga eller intet återstår att göra.

Då Gadolins hithörande arbeten äro så godt som okända hos oss, anser jag mig böra i korthet redogöra för innehållet af några de vigtigaste.

Efter att år 1857 hafva utgifvit några mindre afhandlingar, publicerade Gadolin år 1858 resultaten af sina undersökningar om kanonväggarnas mot-

stånd mot krutgasernas tryck. På ett ytterst enkelt sätt lyckas Gadolin, utan att utgå från de allmänna formlerna för fasta elastiska kroppars jemvigt, hvilka han ej anser sig böra förutsätta som bekanta, att komma till jemvigts eqvationerna för det betraktade speciella fallet. Med den grundlighet, som karaktäriserar alla Gadolins arbeten, drager han sedan de yttersta konsekvenserna ur formlerna och bestämmer bland annat i hvilket förhållande de yttre och inre lagren af en kanons väggar deltaga i motståndet mot krutgasernas tryck. Han kommer härvid till det intressanta resultatet, att redan vid en väggtjocklek af två kalibrar de yttre lagrens delaktighet i det allmänna motståndet är ytterst obetydligt. På grund häraf ledes han till att uträkna det maximaltryck som en kanon kan utstå vid olika tjocklek af väggarna. De resultat till hvilka han härvid kommer äro ytterst beaktansvärda och åstadkommo en total omsvängning i den då för tiden gängse tron, att det verksammaste medlet till förökande af väggarnas motståndsförmåga vore att föröka deras tjocklek. Han visar att en cylinder med oändligt tjocka väggar erbjuder ett endast 2 à 3 ggr större motstånd än en cylinder hvars väggars tjocklek uppgår till endast $^1/_4$:dels kaliber. Ökar man väggarnas tjocklek utöfver en kaliber, så kan motståndet växa med endast 16 à 25 procent, huru tjocka väggarna än göras, och vid en förökning af väggarnas tjocklek utöfver 2 kalibrar ända till oändligheten tilltager motståndet med endast 5 till 8 procent. Häraf framgår tydligt huru litet inflytande kanonväggarnas tjocklek utöfvar på motståndsförmågan, då tjockleken ökas öfver en viss gräns.

Sträfvan att kunna använda större projektiler, hvilka åter erfordrade större laddningar, nödvändiggjorde uttänkandet af något medel att förstärka kanonväggarnas motståndsförmåga. Ett sådant uppfanns äfven snart och bestod i att omge kanonerna med ringar, hvilka påfördes i upphettadt tillstånd och sålunda kommo att utöfva ett mer eller mindre starkt yttre tryck på kanonväggen. De resultat som vunnos härigenom voro emellertid så varierande, att detta medels användning i praktiken syntes ytterst tvifvelaktigt. Än kommo ringarna att sitta så löst att de ej utöfvade någon effekt, än gjordes de så små, att de kunde påföras endast i starkt glödgadt tillstånd, hvaraf följden blef än att ringarna sprungo eller ock deras elasticitetsgräns öfverskreds, än att kanonväggen blef utsatt för ett så starkt tryck, att inre sprickor uppstodo och kanonen efter några skott var förstörd.

Då tog Gadolin saken under ompröfning och utredde densamma grundligt i en år 1861 utkommen afhandling med titel: Teorin för kanoner som äro förstärkta med ringar. Med samma enkla hjelpmedel, som i den föregående afhandlingen, kommer Gadolin till det resultat, att för att en kanon vid gifven

tjocklek af väggen och de förstärkande ringarna skall utveckla största möjliga motståndskraft, spänningen som ringarna utöfva bör afpassas så, att hvardera materialerna, kanonens och ringarnas, samtidigt uppnå sin elasticitetsgräns. För att beräkna hvilken inre diameter man bör gifva en förstärkande ring, är det således nödvändigt att noga känna elasticitetsmodylerna och utvidgningskoefficienterna af de till användning kommande materialerna. Är kanonen af gjutjern och ringarna af smidesjern, så visa GADOLINS kalkyler att t. ex. för en 60-pundig kanon med en väggtjocklek af 1 kaliber, hvaraf $^1/_2$ kaliber gjutjern och $^1/_2$ kaliber smidesjern (ringarna), differensen emellan gjutjerncylinderns yttre diameter och ringarnas inre diameter i kallt tillstånd bör vara endast 1,48 ryska punkter (1 linie = 10 punkter). Differensen är så liten, att ringen vid en uppvärmning till 100 grader Celsius utvidgas tillräckligt för att kunna påföras gjutjerncylindern, en omständighet af stor betydelse, ty vid upphettning till högre temperatur förändras vissa jernsorter så, att de vid afkylning ej återtaga den ursprungliga dimensionen, hvaraf följden blir att ringen ej kommer att utöfva det beräknade trycket på gjutjerncylindern. Medan en icke förstärkt 60-pundig kanon af 1 kalibers väggtjocklek kan motstå ett tryck af 853 atmosferer, så motstår en kanon af samma storlek, förstärkt såsom ofvan angafs, ett tryck af 1309 atmosferer. Skulle deremot jernringarnas inre diameter göras endast $^1/_2$ punkt för liten, så nedgår motståndsförmågan till endast 833 atmosferer. Man ser häraf med hvilken stor grad af noggrannhet jernringens inre diameter bör afpassas till gjutjerncylinderns yttre diameter, och det är således förklarligt, att de försök, som förut utförts så att säga på måfå, utföllo så olika, att nyttan af jernringarna alldeles kunde ifrågasättas.

År 1862 genomförde GADOLIN liknande undersökningar för det fall, att ett godtyckligt antal ringar sättas på hvarandra. För dessa två arbeten belönades GADOLIN år 1867 med det stora MICHAILOWSKA priset.

Genom att GADOLINS afhandlingar i fransk öfversättning infördes i tidskriften Revue de Technologie militaire (T. III, 1863), blefvo resultaten af hans undersökningar vida kända och framkallade i flere länder en fullständig reform i sättet för tillverkningen af kanoner. Af intresse kan det vara att påpeka det de försök, som senare under inbördes kriget gjordes i Amerika att förstärka kanoner med ringar, ledde till resultat, som i det närmaste öfverensstämma med de af GADOLIN på teoretisk väg erhållna.

Flere af GADOLINS senare arbeten, såsom t. ex. hans år 1862 utkomna redogörelse öfver de i Amerika gjorda framstegen i metoderna att gjuta kanoner, öfversattes till engelska och hade till följd väsendtliga förbättringar i gjutningen af kanoner vid de flesta kanongjuterier i Europa.

Några år efter det Gadolin utgifvit sina ofvannämda afhandlingar infördes i artilleriet de s. k. bakladdningskanonerna. Konstruktionen af en lämplig slutningsmekanism beredde dock till en början stora svårigheter. Den första slutningsmekanismen bestod af en gängad bult, som inskrufvades i den bakre eller kammardelen af kanonen efter det projektilen och laddningen blifvit insatta i kanonen. Vid skottets affyrande utöfva krutgaserna ett tryck emot denna bult, hvilket tryck genom gängorna fortplantas till den fasta delen af kanonen och sträfvar att lösslita kammardelen från den öfriga fasta delen af kanonen. Alla försök, som i olika länder gjordes att förekomma lösslitningen af kammardelen genom att ge den tillslutande bulten olika form, varierande från cylindrisk till starkt konisk, eller genom att förstärka kammardelen med ringar, ledde till otillfredsställande resultat. Då tog Gadolin saken under ompröfning och kom i ett år 1869 utgifvet arbete på rent teoretisk väg till det resultat, att hufvudorsaken till kammardelens lösslitning låg i att den använda gängade bultens längd varit för liten. Han visar, att kammardelens motståndsförmåga mot lösslitning inom vissa gränser är nära nog proportionel emot bultens längd, så att t. ex. för en kanon, hvars väggtjocklek är lika med en kaliber, kammardelens motståndsförmåga är 9,200 atmosferer, då bultens längd är en kaliber, deremot endast 5,000 och 2,600 atmosferer, då bultens längd är ½ resp. ¼ kaliber.

Under tiden Gadolin höll på med sina undersökningar pågingo vid Permska stålgjuteriet försök med bakladdningskanoner af åtta tums diameter, hvilka lemnade ytterst ogynnsamma resultat. Vid försöken med en kanon lösslets kammardelen vid det 23:dje skottet med 31½ skålpunds laddningar. En följande kanon, hvars kammardel på ett omsorgsfullare sätt förstärktes, uthöll 236 dylika skott. På en tredje kanon försökte man att minska längden af den tillslutande bulten, med den påföljd, att kammardelen lösslets redan vid det fjortonde skottet.

Då dessa resultat blefvo bekanta i Petersburg, meddelade Gadolin åt artillerikomitén derstädes resultaten af hans teoretiska undersökningar, hvarefter en ny kanon konstruerades enligt de anvisningar Gadolin lemnade. De resultat, som erhöllos med denna kanon, voro så glänsande, att jag anser mig böra framhålla desamma. Kanonen uthöll

3	skarpa	skott	med	25	skålpunds	laddningar	af	vanligt	artillerikrut.
953	„	„	„	31 ½	„	„	„	prismatiskt	krut.
35	„	„	„	33	„	„	„	„	„
36	„	„	„	37 ⅙	„	„	„	„	„
3	„	„	„	38	„	„	„	„	„
70	„	„	„	23	„	„	„	vanligt	artilleri krut.

eller således inalles 1,100 skott med stora laddningar. Härefter affyrades ett skott med så stor laddning som kunde inrymmas i kammardelen, eller 40 skålpund artillerikrut. Härvid uppstodo remnor i väggarna utan att kammardelen skadades. Till slut affyrades ännu 12 skott med 33 skålpunds laddningar af prismatiskt krut med den påföljd att bakladdningsmekanismen fastnade, så att den ej kunde lösskrufvas, men kammardelen afslets ej.

För de tjenster Gadolin gjorde det land, åt hvilket han egnade sina krafter, erhöll han den ena utmärkelsen efter den andra. Redan år 1849 utsågs han till repetitor vid artilleriskolan och 1856 utnämdes han till föreståndare för tekniska artilleriskolan med placering på gardes fotartilleriet. Till öfverste befordrades han år 1859, således 12 år efter afslutad kurs i kadettkåren, och blef år 1861 utsedd till klassinspektor vid Michailowska artilleriskolan. Befordrad till generalmajor år 1866, utnämdes han året derpå först till professorsadjoint och samma år till professor vid Michailowska artilleriakademin, hvarjemte han utsågs till inspektor för lokala arsenalerna. År 1870 befordrades Gadolin till generalmajor vid Kejserliga sviten och blef 1873 utsedd till inspektör för depotarsenalerna. Befordrad till generallöjtnant år 1876, utsågs han 1886 till ständig medlem i artillerikomitén och blef samtidigt vald till hedersledamot af Michailowska artilleriakademin. År 1890 vann Gadolin den högsta grad en officer under fredstid kan uppnå, i det han befordrades till general af artilleriet.

En stor del af sina krafter egnade Gadolin åt lärarekallet vid Michailowska akademin. Den klarhet, som är utmärkande för hans arbeten, genomgick äfven hans föreläsningar och bidrog, i förening med hans anspråkslösa sätt att framställa sina egna undersökningar, att göra honom aktad och värderad af hans åhörare och talrika lärjungar, hos hvilka han förstod att inplanta lust för vetenskaplig forskning. Under en längre följd af år utgaf Gadolin ej något större arbete. En stor del af hans tid togs i anspråk af de många olikartade befattningar han beklädde och af flere tillfälliga uppdrag. En annan del åtgick till utarbetande af lärokurser, af hvilka några äro att betraktas såsom sjelfständiga vetenskapliga arbeten. Exempelvis må nämnas föreläsningskursen öfver den mekaniska värmeteorin, i hvilken Gadolin gifver ett bevis för andra grundsatsen, ett bevis som af senare författare upptagits i läroböcker. Bland i tryck utgifna läroböcker må omnämnas: Om brännämnen och ugnar. Trädets teknologi. Om tillverkningen af krut.

Huru ansedt Gadolins namn var i den vetenskapliga verlden framgår af de många utmärkelser som kommo honom till del. Redan år 1864 invaldes han till ordinarie medlem af Finska Vetenskapssocieteten. År 1869 kreerades

han till mineralogie doktor af S:t Petersburgs universitet samt år 1871 till hedersdoktor vid universitetet i Moskva. Samma år upphöjdes GADOLIN i finskt adligt stånd och introducerades två år senare på finska riddarhuset. Den 5:te Dec. 1875 valdes GADOLIN till extraordinarie medlem i fysikaliska klassen af Kejserliga ryska vetenskapsakademin, år 1876 till hedersledamot af svenska krigsvetenskapsakademin.

För att odeladt kunna egna sig åt vetenskapliga arbeten anhöll GADOLIN om befrielse från sin befattning som inspektör för arsenalerna, men förrän han hann lemna denna befattning utbröt turkiska kriget och han blef tvungen att kvarstå. De reformer, som efter kriget infördes i artilleriförvaltningen, togo GADOLINS tid så i anspråk, att han ej heller nu kunde egna sig åt sina vetenskapliga arbeten. Det lyckades honom dock att delvis befria sig ifrån sina många betungande tjensteåligganden, och kort derpå, år 1890, riktade han vetenskapen med ett nytt värdefullt arbete om lagarna för vindarnas föränderlighet, ett arbete som på det fördelaktigaste vittnar om GADOLINS djupa matematiska insikter och hans förmåga att tillämpa desamma på de mest invecklade företeelser. De observationer, som meteorologerna anstält öfver vindarnas riktning och styrka, hade hittills användts till att uträkna årliga och dagliga medeltal. GADOLIN försöker att bestämma de enskilda observationernas afvikning från dessa medeltal, att utreda lagarna för dessa afvikningar samt att på grund häraf uträkna sannolikheten för uppträdandet af en vind af gifven riktning och styrka på ett gifvet ställe.

På grund af de förmånliga omdömen, som fälldes öfver detta arbete af de mest framstående meteorologer, invaldes GADOLIN den 1 Dec. 1890 till ordinarie medlem af Kejserliga ryska vetenskapsakademin i S:t Petersburg.

Ändtligen hade GADOLIN kommit att intaga den plats, på hvilken det blef honom möjligt att mera egna sig åt rent vetenskapliga sysselsättningar. Med ifver kastade han sig nu öfver en mängd frågor från de mest olikartade delar af vetenskapen och utvecklade under de två år, som följde på hans val till akademin, en alldeles ovanlig vetenskaplig produktivitet. Visserligen hann han ej under denna tid i tryck utgifva något arbete, men i hans vetenskapliga kvarlåtenskap påträffades icke mindre än 88 i det närmaste afslutade afhandlingar af hvilka åtminstone 25 härleda sig från åren 1890—1892. Midt under detta arbete, af hvilket vetenskapen hade att vänta de rikaste resultat, angreps GADOLIN vintern 1892 af en häftig sjukdom i hvilken han den 27 December afled.

Den lefnadsteckning af GADOLIN jag fått i uppdrag att gifva skulle blifva ytterst ofullständig, derest jag ville inskränka mig till att skildra honom endast

såsom den berömde forskaren, hvilken öppnat nya vägar och satt nya mål för vetenskapen, och ej försökte framkalla en om ock ofullständig bild af honom såsom menniska.

Redan vid en flyktig beröring med Gadolin fann man att man hade framför sig en ovanlig person. Hans yttre, om ock icke utan militärisk anstrykning, tydde på tänkaren och vetenskapsmannen. Pannan liksom hela hufvudets öfre del, var utomordentligt hög och utvecklad, och ur hans allvarliga, stora, djupa, i någon mån beslöjade ögon med deras omgifvande linier lyste skarpsinne och klarhet. Gestalten var hög och smärt, utan sökt elegans, men med naturlig ledig värdighet, under mannaåldern äfven ganska kraftfull. Öfver det hela låg ett aktningsbjudande ädelt allvar och en flärdlös enkelhet, hvilken han bevarade till det sista, oaktadt alla de äresbetygelser som osökta och i så riklig mängd kommo honom till del.

Jag har redan meddelat ett för Gadolin karaktäristiskt drag från hans kadettår. Ännu tydligare framgår hans anspråkslöshet och tillbakadragenhet af följande tilldragelse i hans lif. Under orientaliska kriget var Gadolin som ung officer tillkommenderad till Sveaborgs fästningsartilleri. Vid belägringen af Sveaborg lyckades det fienden att genom en bomb sätta eld på taket af ett krutmagasin. Utan att frukta den fara, för hvilken han utsatte sig, störtade Gadolin fram till brandstället, uppmanade några behjertade kamrater att följa sig, och lyckades inom kort dämpa elden, hvilkens vidare framfart kunnat ha de mest ödesdigra följder. För dylika bragder belönas officerare med Georgskorset, men de måste sjelfva för chefskapet göra anmälan om sin bragd. Då man besinnar hvilket inflytande ett dylikt ådagalagdt mannamod vanligen utöfvar på en officers hela framtid, så är det förklarligt att intet försummas för att framhålla den tapperhet man visat. Men det stred emot Gadolins innersta väsen att vilja ådraga sig uppmärksamhet för en handling, som han väl ansåg vara endast en pligt. Belöningen för handlingen uteblef äfven ända till år 1871, då en af de officerare, som vid omnämnda tillfälle stått Gadolin närmast, anmälde om saken, närmast för att äfven åt sig sjelf utverka en belöning, med den påföljd att såväl han som Gadolin af kejsar Alexander II dekorerades med officerskorset.

Då Gadolin stigit i graderna och något friare kunde disponera öfver sin tid tillbragte han i regeln sommaren på landsbygden i Finland, delande sig emellan modrens egendom Åvik och svärfadrens gods, Gammelbacka och Sarvlaks. En sommarvistelse med Gadolin skildras af en honom närstående person på följande sätt: Axel Gadolin var 38 år då jag gjorde hans bekantskap. Åldersskilnaden och respekten togo först ut sin rätt, men det räckte ej länge

innan Gadolin hade vunnit allas hjertan, både äldres och yngres, och det för hela lifvet. Det var sommaren 1864 på landet, och der var Gadolin alltid i sitt element. Då kunde han ej sällan helt och hållet lemna sina böcker och skrifarbeten, för att endast studera naturens stora bok. Han var formligen passionerad för vandringar i skog och mark och bibehöll ända till det sista en förvånande rörlighet.

Nu var han i sina bästa år och gjorde långa utfärder, emellanåt ridande, oftare till fots, samt i regel hvarje gång på nya stigar och med nya mål. Hemma under hvilostunderna, eller då man för vädrets skull satt inne, var han munter och språksam, berättade gamla historier från kadett- och militärlifvet, läste högt m. m. och hittade på ordlekar och infall — han var och förblef nästan barnsligt road häraf — och hade det trefligaste hjertliga skratt. Men ute under vandringarna var det nästan alltid annorlunda. Der var han i sitt arbetsrum eller i sitt auditorium. Långsamt vandrande, spanade han omkring sig, och hans otroligt skarpa öga upptäckte än en ört, än en laf eller mossa, än ett mineral, eller en insekt eller något annat anmärkningsvärdt. Det togs upp, alla samlades kring honom, och oftast fick man en kort, men intressant, djupsinnig och dock lättfattlig förklaring öfver fyndet, eller ock togs det hem, för vidare undersökning.

Utom stenriket var växtverlden honom kär, och ända till det sista underhöll han och utvecklade sina betydande botaniska kunskaper. Om hösten var svampplockning hans favoritnöje. Vi andra — han gick sällan ensam, ty det var ett nöje både för gamla och unga att följa med — samlade korgarne fulla af matnyttigt, men han kom ofta med endast några få, men då kunde man vara säker på att det var en samling specialiteter, på hvilka hans skarpa öga upptäckt egendomligheter, som sedan till ömsesidig glädje afslöjades och demonstrerades — icke med katederlärdom, utan med enkla träffande ord. Mineralhammaren och växtspaden voro regelbundna följeslagare, och då hans barn växte upp, blef det deras sak att turvis bära dessa vapen och inrapportera om allt anmärkningsvärdt under rekognoseringarna".

I sin egenskap af inspektör för arsenalerna bereste Gadolin flere gånger Ryssland och tillbragte året före sin död en längre tid i de mineralogiskt intressanta Uraltrakterna. I Amerika var han två gånger och reste ofta till olika trakter af Europa. På världsutställningen i Paris 1867 var han Rysslands kommissarie och var då i tillfälle att för Descloizeaux och andra framstående mineraloger utlägga sitt kristallografiska system.

Gadolin var två gånger gift. Det första äktenskapet med Fröken Elisabeth von der Launitz — af en friherrlig prestslägt —, under hvilket en ännu

lefvande dotter föddes, upplöstes dock snart genom hustruns död. Efter att tre år hafva varit enkling, gifte han sig andra gången med Fröken Fanny Elisabet von Born, dotter till sedermera senatorn och landtmarskalken Friherre Johan August von Born. „Detta äktenskap begynte trots åldersskilnaden, 18 år, under gynsamma auspicier; men Petersburg var icke den jordmån, der hemmets lycka kunde spira och frodas. Gadolin var ofantligt upptagen och hade ringa sinne för stadslifvets förströelser, vetenskapen var och i någon mån äfven förblef hans första kärlek — liksom den vardt hans sista — hans lynne var till en viss grad slutet och någon gång tungt: det blef under sådana förhållanden svårt för den unga makan att, skild från fäderneslandet och dess andliga lif, upprätthålla glädjen och lyckan — kroppslig ohelsa sällade sig dertill — och efter ett tioårigt äktenskap, der sommarvistelsen i Finland utgjort glädjens oaser, skiljdes de båda makarna, hvarvid deras två söner stannade hos Fadren“.

„Lika klart som Gadolin matematiskt utredde vetenskapens svåraste uppgifter, lika klart utstakade han den rätta kursen på lifvets pröfvostig, för andra som för sig sjelf. Han hade en fin och skarp blick för lifvets ideala spörjsmål, och för hans inre dolda själslif, såsom det tedde sig, oftare i bref än i samtal, betogs man af den djupaste beundran, och den tröst han bragte andra i lidandets stunder, den gafs icke med tårar för att skiljas bort med dem, den vädjade till både tanke och hjerta: ju mera lifvet från oss fjermar lyckan, desto mera sträfvar det att närma oss pligten — det var hans religion“.

„I det ryska samhället, der han tillbragte hela sin mogna ålder, var han alltid högt uppburen. Allvarlig och sjelfständig, rättfram och der pligten så fordrade sträng, aldrig lånande sig till intriger, vann han allas aktning och de flestas hjertan“.

Gadolin följde ytterst noga med alla fäderneslandets förhållanden och dess framsteg på olika områden. För hans landsmän stod hans hem alltid öppet, och alla som besökt honom skola säkert minnas den hjertlighet med hvilken man mottogs. Samtalet vände sig till en början om händelserna i Finland men snart nog upptogs någon vetenskaplig fråga till diskussion och vanligtvis var det då de grunder, hvarpå ett vetenskapligt arbete stödde sig, som af Gadolin underkastades en sträng kritik. Gälde det arbeten, i hvilka författaren sjelf i stora ord framhöll betydelsen af sitt arbete, så kunde Gadolins kritik vara alldeles dräpande.

Mest kritiskt förhöll sig Gadolin dock mot sina egna arbeten, och häri har man att söka orsaken till att flere af hans undersökningar ej blefvo pu-

blicerade. De omfattande studier Gadolin bedrifvit och hans stora finkänslighet gjorde att han alltid kunde leda in samtalet på ett område som intresserade de närvarande. Lifligt, omvexlande och spirituelt ledde han konversationen, och genom sin förmåga att gå in i allas intressen, lyckades det honom att få alla att deltaga deri. Åt hvarje naturvetenskapsidkare förevisade han sin mineralogiska samling, och då märkte man rätt huru kär denna samling blifvit honom. Med nästan hvarje mineral var förenadt något minne från hans många resor, men äfven hågkomster af de stora segrar han firat såsom en af den kristallografiska vetenskapens banérförare. Att han just med denna samling ihågkom det finska universitetet, visar huru kärt fosterlandet var honom till det sista.

Förhållandena gjorde att han ej i högre mån direkt kunde gagna sitt land, men mer än någon annan har han genom sina vetenskapliga arbeten och genom sin person bringat sann ära åt sitt fosterland, som derföre alltid kommer att i kärt och tacksamt minne bevara namnet Axel Wilhelm Gadolin.



Förteckning öfver AXEL WILHELM GADOLINS utgifna arbeten.

År 1855. Опредѣленіе кристаллической формы вновь открытыхъ солей, изоціануровокислаго кали и аммiака. Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de S:t Petersbourg XIV, 97.

„ 1856. Beobachtungen über einige Mineralien aus Pitkäranta. Verhandlungen der K. R. Mineralogischen Gesellschaft, 1855—1856.

„ 1857. Опредѣленіе, посредствомъ особаго построеннаго для этого прибора, сопротивленія сдвигу нѣкоторыхъ сплавовъ, съ цѣлью опредѣлить составъ наилучшаго сплава для выступовъ снарядовъ предполагаемой въ то время, для введенія, нарѣзной артиллеріи.

„ 1857. Geognostische Beschreibung der Insel Pusu und Geognostische Skizze der Umgebungen von Kronoborg und Tervus. Verhandlungen der K. R. Mineralogischen Gesellschaft zu S:t Petersburg, 1857.

„ 1857. Eine einfache Methode zur Bestimmung des specifischen Gewichtes der Mineralien. Verhandlungen der K. R. Mineralogischen Gesellschaft, 1857, och Poggendorffs Annalen CVI, 213, 1859.

„ 1858. О сопротивленіи стѣнъ орудія давленію пороховыхъ газовъ. Артиллерійскій Журналъ, 1858.

„ 1861. Теорія орудій скрѣпленныхъ обручами. Артиллерійскій Журналъ 1861, 1862.

Anm. De två sista afhandlingarna ingå på franska språket i tidskriften Revue de Technologie Militaire par Perssen. T. III. 1863.

„ 1861. Приборъ Родмана для измѣренія давленія пороховыхъ газовъ на стѣны орудія. Артиллерійскій Журналъ 1861.

„ 1862. О новыхъ усовершенствованіяхъ по литью чугунныхъ орудій въ Америкѣ. Артиллерійскій Журналъ 1862.

Ingår på engelska i Practical Mechanics Jurnal T. III. 1867—1868.

„ 1867. Mémoire sur la déduction d'un seul principe de tous les systèmes cristallographiques. Acta Societatis Scientiarum Fennicae T. IX.

Ingår på ryska i „Записки Имп. Русскаго Минералогическаго общества. IV, 1869.

„ 1868. Подвижная звѣздка Витворта. Арт. Журналъ 1868, N:o 4.

„ 1869. О сопротивленіи орудій отрыванію казенной части при употребленіи для запиранія механизма Трель-де-Больё. Арт. Журналъ 1869, N:o 2.

„ 1877. Теорія устройства перемены скоростей рабочаго движенія на токарныхъ и сверлильныхъ станкахъ. Извѣстія Технологическаго института стр. 129.

„ 1890. Ueber das Gesetz der Veränderlichkeit der Winde. Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de S:t Petersbourg.

Förteckning öfver läroböcker, utgifna af Gadolin.

1) Курсъ о теплородѣ, читанный въ Артиллерійской академіи съ 1853 по 1858 г.
2) Кристаллографія, курсъ Артиллерійской академіи 1873 г.
3) Механическая теорія теплоты, курсъ Артиллерійской академіи 1869 г.
4) Курсъ технологіи горючихъ матеріаловъ и печей, читанный въ Артиллерійской академіи съ 1862 года.

5) Технологія дерева, курсы Артиллерійской академіи 1863 г. и Технологическаго института 1873 г.
6) Приготовленіе пороха, курсъ Артиллерійской академіи 1864 г.
7) Станки для обработки металловъ, курсъ Артиллерійской академіи и Технологическаго института 1874 г.
8) Чугунолитейное производство, курсъ Технологическаго института 1875 г. (литогр. записки).

Förteckning öfver Gadolins efterlemnade afhandlingar,
uppgjord af Statsrådet O. Backlund.

1) Расширеніе кристалл отъ нагрѣванія.
2) Замѣтка объ опредѣленіи функцій по даннымъ частнымъ производнымъ.
3) Exemples d'intégration d'une équation tirée du mémoire de Bourlet sur les équat. aux dérivées partielles simultanées.
4) Erwärmung fester und flüssiger Körper durch Druck.
5) Une formule qui par sa simplicité peut faire concurrence à celle de Colet.
6) Ueber die Bessel'schen Functionen.
7) Les rayons de courbure d'une prisme rectangulaire élastique déformée.
8) Un intégral cylindrique de

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = v^2 \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} \right).$$

Ofvanstående åtta afhandlingar synas vara från åren 1890—1892.

9) Sur les équations générales de la termodynamique. 1891.
10) Интегрированіе въ рядахъ

$$\frac{\partial^2 R}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial R}{\partial r} - \frac{R}{r^2} - CR = 0 \qquad 1891.$$

11) Сложеніе плоскихъ волнъ въ твердомъ изотропномъ тѣлѣ. 1891.
12) Плоскія волны въ упругихъ твердыхъ тѣлахъ. 1891.
13) Упругое радіальное движеніе цилиндра. 1991.
14) Интегрированіе

$$\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r} - \frac{u}{r^2} = a\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}. \qquad 1891.$$

15) Выраженіе того-же интеграла посредствомъ опредѣленныхъ интеграловъ. 1891.
16) Теорія Шиффа. 1891.
17) Das Dalton'sche Gesetz. 1891.
18) По теоріи функцій. 1891.
19) Fonctions spheriques. 1890.
20) Zur Integration der Differentialgleichung

$$P\frac{d^2 y}{dx^2} + Q\frac{dy}{dx} + Ry = 0,$$

wo P, Q und R Functionen von x allein sind.

21) Ueber eine Invariante linearer Differentialgleichungen zweiter Ordnung. 1890.
22) Litteratur über die magnetische Inclination bis 1890,
23) Apropos Chwolsons Abhandlung über die Wärmeleitung. 1888.
24) Wärmeleitung in stationärem Zustand.
25) О сходимости рядовъ.
26) Опредѣленіе $f(u)$ изъ условія

$$\int_a^b f(x + \varphi(x))\, dx = F(x) \qquad 1890.$$

27) Die Entwickelung einer Function in eine Reihe nach den Potenzen einer anderen Function. 1889.

28) Entwickelung einer beliebigen $f(x)$ als $\sum_q A_q e^{\alpha_q x}$.

29) Herleitung der Formel

$$(1-h)(1-h^2)(1-h^3)\cdots = 1 - \frac{h}{1-h} + \cdots$$

30) Ist

$$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots = 0$$

möglich für alle Werthe von x zwischen gewissen Grenzen ohne dass alle $a = 0$?

31) Zur Chwolsons Abhandlung über die Theorie der Diffusion des Lichtes. 1888.

32) Упряжненіе съ дифференціальными уравненіями съ частными производными. 1885.

33) Основныя формулы аналитической геометріи первой степени. 1888.

34) Перемѣна координатъ съ прямоуголныхъ на косоуголныя.

35) Перемѣна осей координатъ при косоуголныхъ осяхъ.

36) Öfver differentialeqvationen

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2} = 0.$$

37) Свойства функцій опредѣленныхъ

$$\varphi(x+b) \pm \varphi(x-b) = 0.$$

38) Опытъ надъ сопротивленіемъ воздуха. 1892.

39) Статья Кочанова о приборѣ Родмана. 1888.

40) О Шорникахъ. 1892.

41) Розчетъ опытовъ надъ сопротивленіемъ воздуха Ребскова (2 stycken). 1892.

42) Способъ Чебышева частнаго интегрированія etc. Anteckningar vid studiet af Budajeff's mekanik. 1892.

43) Рѣшеніе $f(x+h) - f(x-h) = F(x)$ по участкамъ.

44) то же то же посредствомъ множителя.

45) „ „ „ „ „ ряда.

46) „ „ „ „ „ „

47) Къ теоріи функцій (studie).

48) Herleitung der Grundformel für Lichtbewegung durch welche Talbotschen Linien entstehen. 1883. Synes vara utarbetad och preparerad för tryck.

49) $\int_{ab}^{ab} (f(xy)\,dx + f_1(xy)\,dy)$

50) Diverse.

51) Выводъ силъ упругости черезъ перемѣщенія и обратно.

52) Выводъ интеграловъ нужныхъ для развитія Cos. Функціи (2 st.).

53) Суммированіе нѣкоторыхъ численныхъ рядовъ.

54) Опредѣленіе

$$\lim \left[\frac{\partial^{2n-1}\left(\frac{2}{e^b - e^{-b}} - \frac{1}{b}\right)}{\partial b^{2n-1}} \right]_{b=0}$$

55) Общій интегралъ уравненія

$$\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + a\frac{\partial^2 F}{\partial y^2} = b.$$

56) Паралельныя лучи черезъ пластинку съ двойнымъ преломленіемъ.

57) Способъ отраженія Вебера.

58) Ueber Determinanten. Diverse.

59) Ein System von optischen Gläsern.

60) Опиты (stor bundt).

61) Упругое равновѣсіе тѣла вращенія 1884—85.

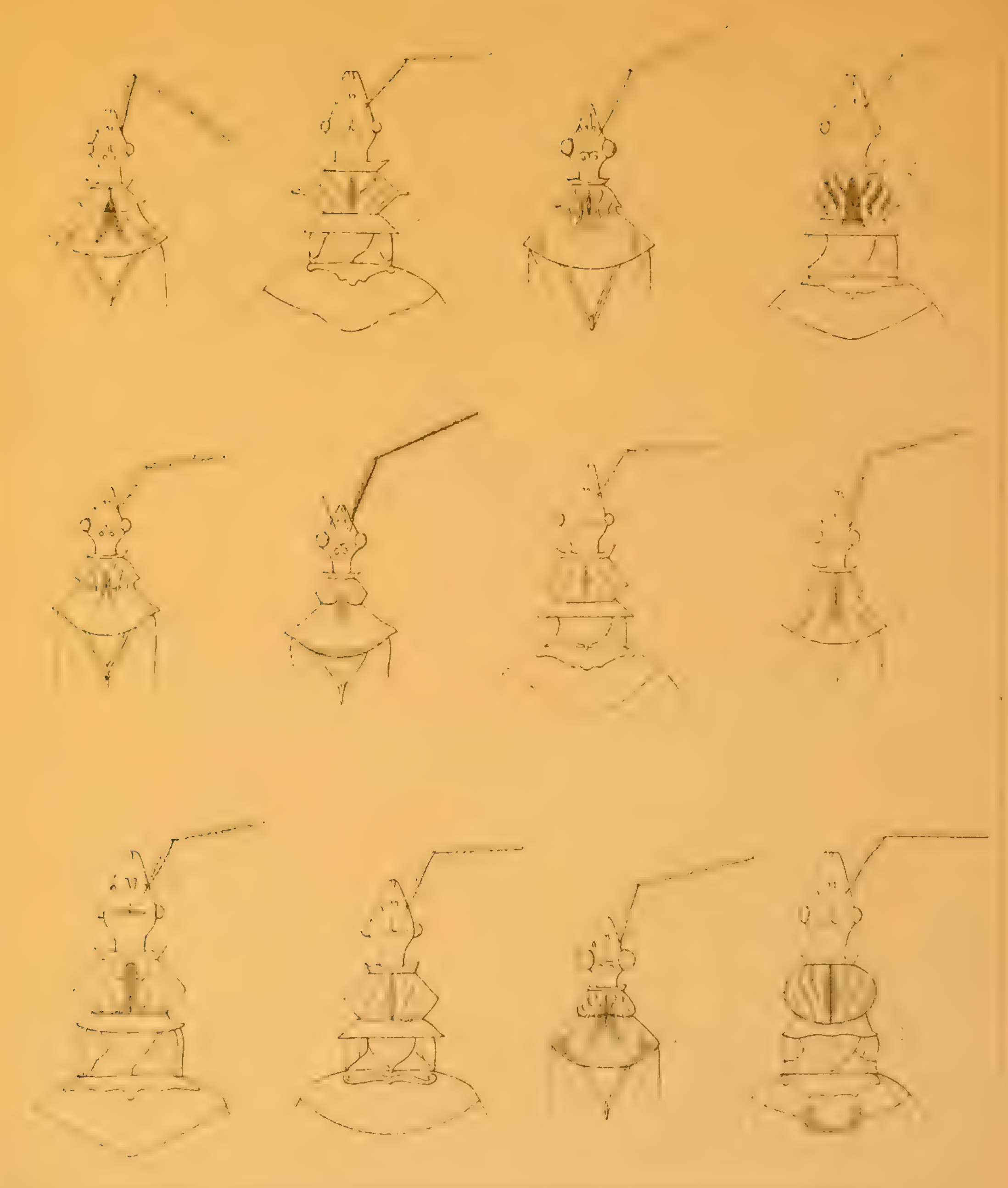
62) Опредѣленіе внутреннихъ напряженій.
63) Åtskilliga undersökningar öfver allmänna jemvigtsekvation för en ring.
64) Вычисленіе сопротивленія внутенному давленію диска отъ дульной части кованной неотоженной далянки.
65) Общая теорія внутреннихъ напряженій.
66) О внутреннихъ натяженіяхъ въ цилиндрахъ.
67) Теоритическія изслѣдованія о приборѣ Крешеръ, для опредѣленія давленій пороховыхъ газовъ.
68) Примѣненія теоріи вѣроятностей къ контрольному испытанію снарядовъ.
69) Опредѣленіе давленій пороховыхъ газовъ на дно снаряда.
70) Зависимость углубленія ножа Родмана отъ скорости.
Afhandlingarne 67—70 äro bestämda att publiceras i Artillerijournalen.
71) 20 afhandlingar öfver mineralogi. 1881—1888.

Lärda utmärkelser, som kommit Gadolin till del.

År 1854. Medlem af Kejs. ryska mineralogiska sällskapet.
„ 1864. Medlem af Finska Vetenskapssocieteten.
„ 1868. Korresponderande medlem af vetenskapsakademin i New-York.
„ 1868. Mineralogie doktor vid universitetet i S:t Petersburg.
„ 1868. Hedersledamot af Kejs. ryska mineralogiska sällskapet.
„ 1868. Medlem af naturforskaresällskapet i S:t Petersburg (grundläggare af sällskapet).
„ 1869. Medlem af Kungl. krigsakademin i Stockholm.
„ 1871. Hedersmedlem af universitetet i Moskva.
„ 1873. Korresponderande medlem af Kejs. vetenskapsakademin i S:t Petersburg.
„ 1875. Extraordinarie medlem af Kejs. vetenskapsakademin i S:t Petersburg.
„ 1876. Hedersmedlem af Finska vetenskapssocieteten.
„ 1877. Korresponderande medlem af akademin för naturvetenskaper i Filadelfia.
„ 1878. Medlem af geologiska sällskapet i Stockholm.
„ 1883. Hedersmedlem af Kejs. ryska tekniska sällskapet.
„ 1886. Hedersmedlem af Michailowska Artilleriakademin.
„ 1890. Ordinarie medlem af Kejs. vetenskapsakademin i S:t Petersburg.

General A. Gadolins Ordensutmärkelser.

Ryska ordnar:
S:t Anne ordens 3 kl.
D:o d:o 2 kl.
S:t Wladimirs Ordens 4 kl.
D:o d:o 3 kl.
S:t Stanislai ordens 1 kl.
S:t Georgs ordens 4 kl.
S:t Anne ordens 1 kl.
S:t Wladimirs ordens 2 kl.
Hvita Örns orden.
S:t Alexander Newsky orden.
Utländska ordnar:
Franska Hederslegionens Kommendörskors.
Svenska Svärdsordens Storkors.



G Arvidsson. H f

spinicollis n. sp. ♂
spinicollis n. sp. ♀
tenebrosus Burm. ♂
tenebrosus Burm. ♀
5. ochraceus n. sp. ♂
6 H. denudatus Costa ♂
7 H. denudatus Costa ♀
8 H. obtusangulus Stål ♂
H. obtusangulus Stål ♀
H. farinator n. sp. ♂
H. laevigatus n. sp. ♂
H. Grimmii Jak. ♂



Faust del. C. Arvidsson, H. tors

13 Holotrichius rotundatus ♂
14 H. apterus Jak. ♂
15 H. apterus Jak. ♀
16 H. tibialis n. sp. ♀
17 H. Bergrothii n. sp. ♂
18 H. sibiricus n. sp. ♂
19 H. sibiricus n. sp. ♀
20 H. luctuosus M. et M. ♂
21 H. Fedtschenkoi n. sp. ♂
22 H. Fedtschenkoi n. sp. ♀
23 H. moestus n. sp. ♂
24 H. moestus n. sp. ♀

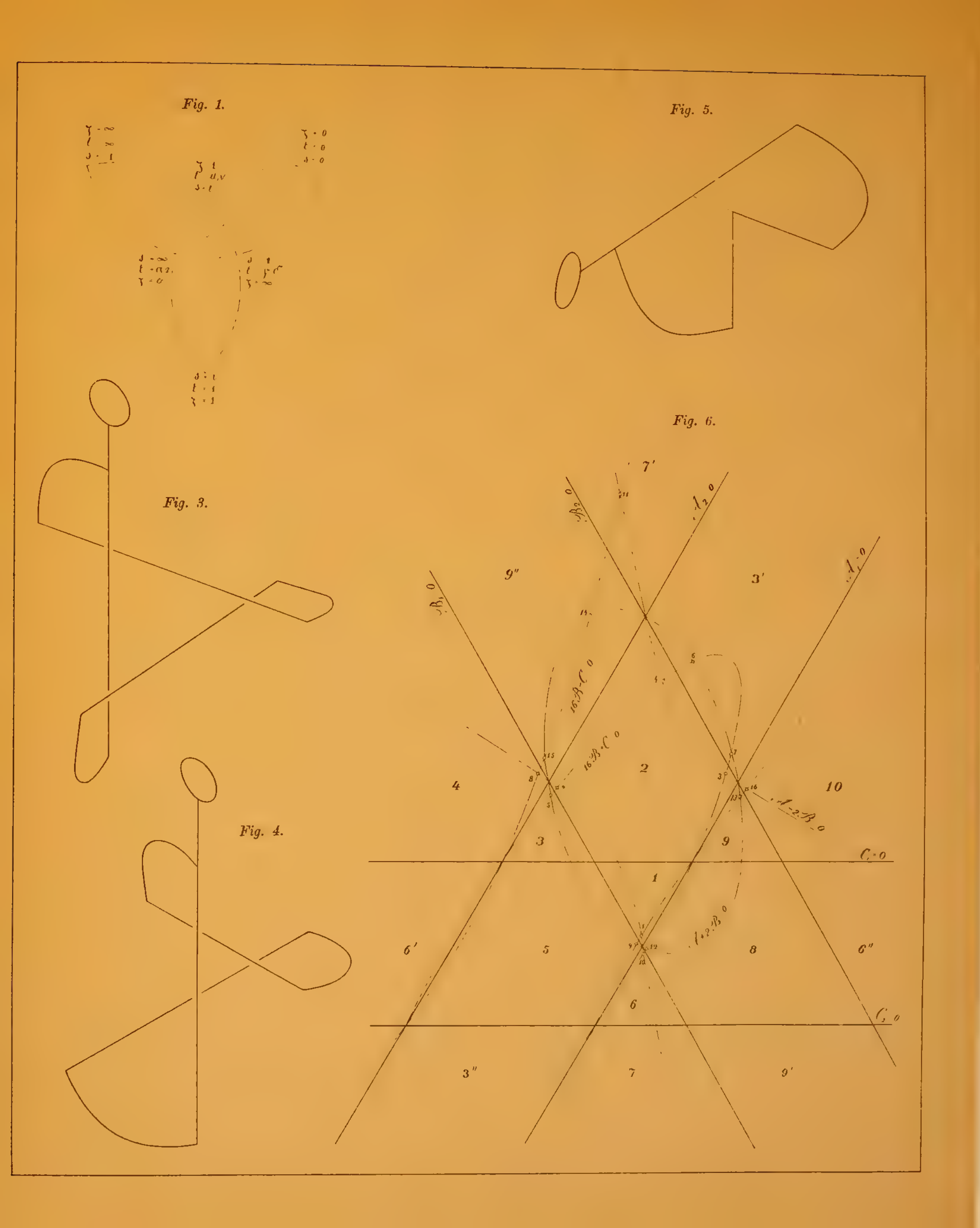
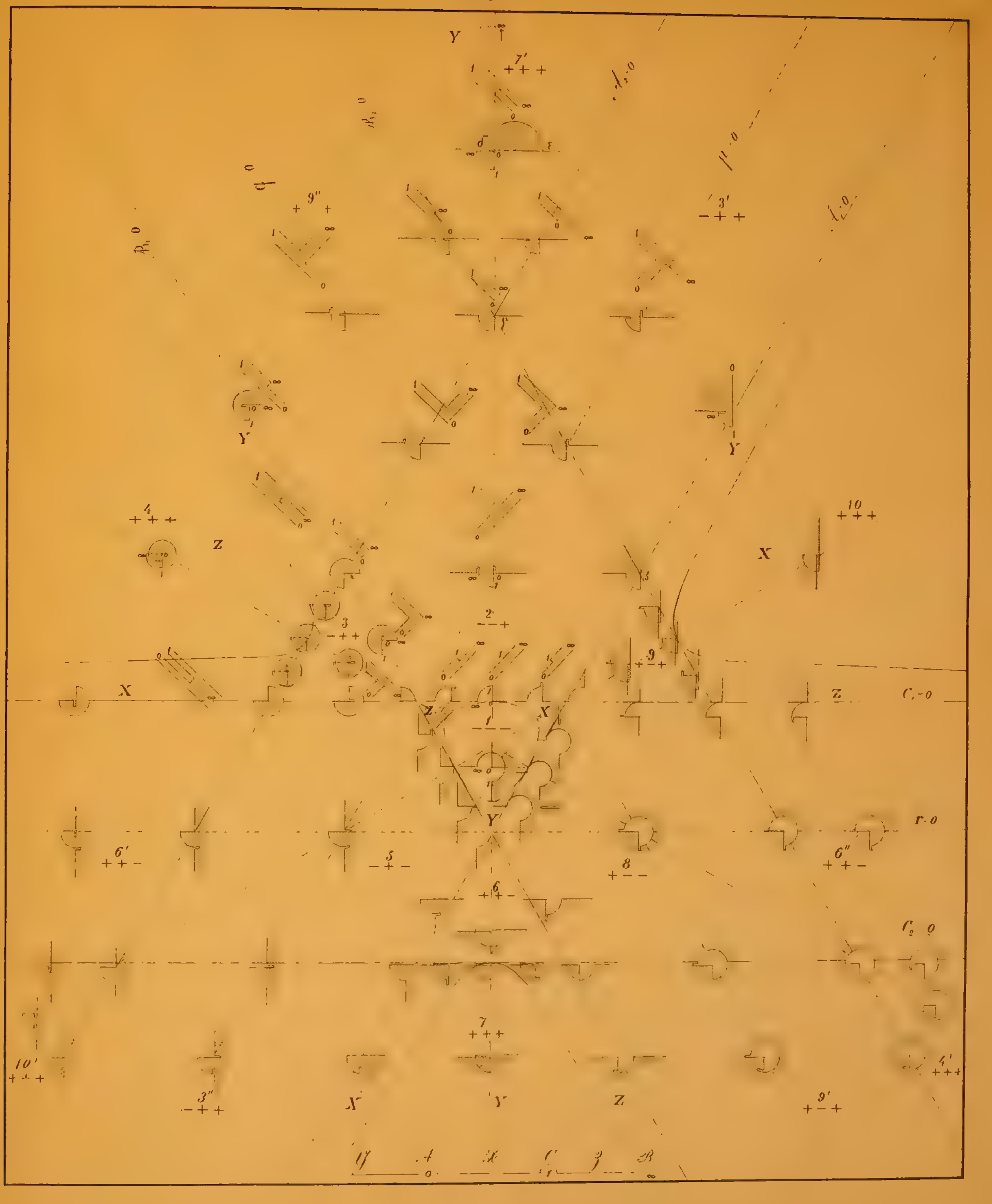

Fig. 1.
Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 6.
7'
9"
3'
2
4
10
3
9
1
6'
5
8
6"
6
3"
7
9'

Fig. 2.





Del. O M Reuter

Lith. G. Arvidson Helsingfors

I.



Juni 1889.

Ljustryck, G. Arvidsson, H:fors.

II.



Juni 1890.
(Död d. 13 Sept. 1890.)

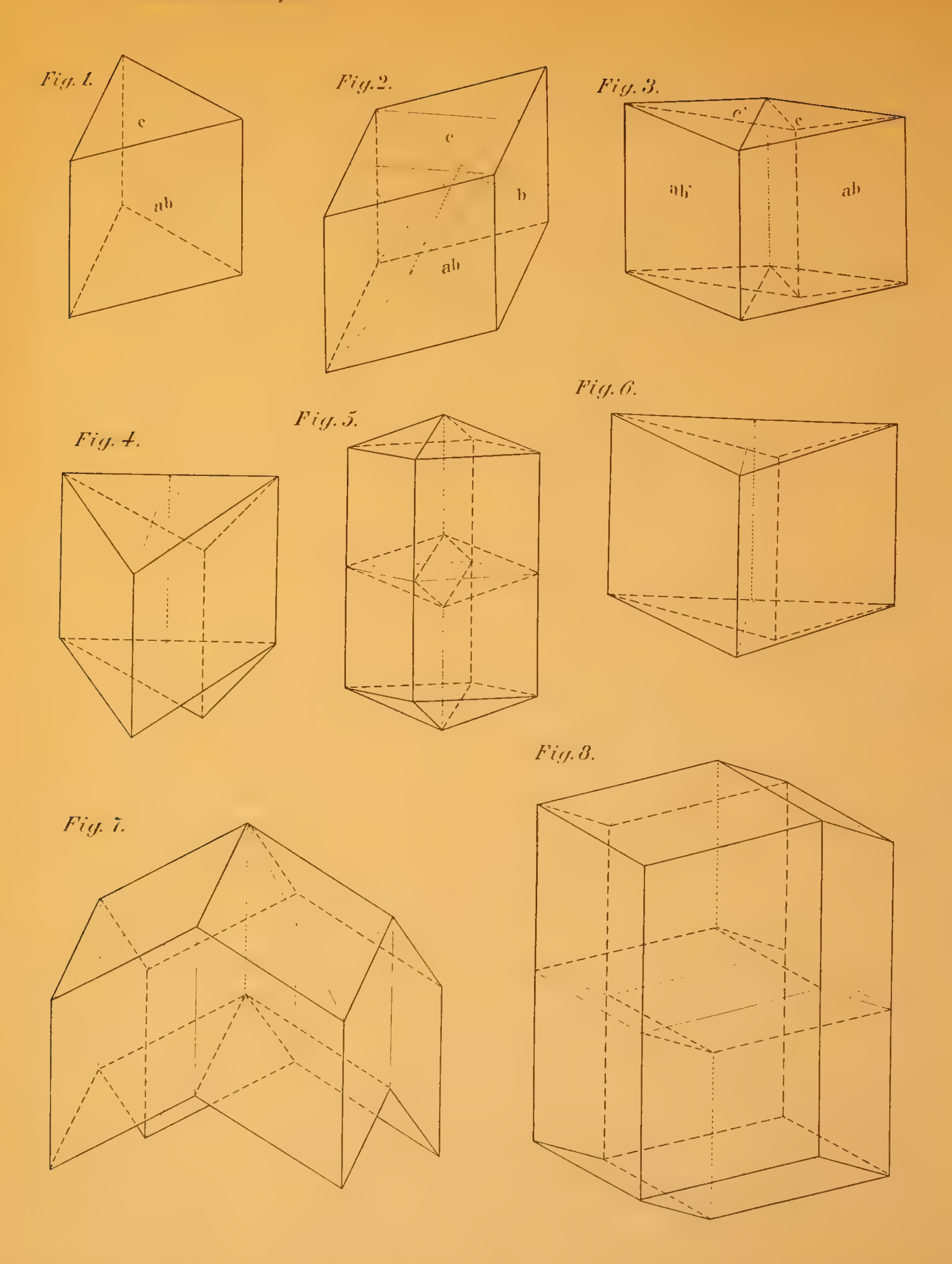
Ljustryck, G. Arvidsson, H:fors.

III.



Juni 1889.
(Död d. 17 Okt. 1889.)

Ljustryck. G. Arvidsson. H:fors.



F. Liewendals lith. tryckeri, Helsingfors 18[illegible]

Hjelt: *Undersökningar öfver hastigheten vid laktonbildningsprocessen.*

